

BIBLIOTECA ELECTRÓNICA

de

GEMINIS PAPELES DE SALUD

http://www.herbogeminis.com

NÓMADAS · REVISTA CRÍTICA DE CIENCIAS SOCIALES Y JURÍDICAS
THEORIA UCM · UNIVERSIDAD COMPLUTENSE · ISSN 1578-6730

Lysenko
La teoría materialista de la evolución

Juan Manuel Olarieta Alberdi

última edición:
7 de junio de 2011

Sumario:

«El hombre está condenado a agotar todos los errores posibles antes de reconocer una verdad»
Lamarck, Filosofía zoológica

Caza de brujas en la biología

En el verano de 1948 el presidente de la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas de la URSS, Trofim D.Lysenko (1898-1976), leía un informe ante más de 700 científicos soviéticos de varias especialidades que desencadenó una de las más formidables campañas de linchamiento propagandístico de la guerra fría, lo cual no dejaba de resultar extraño, tratándose de un acto científico y de que nadie conocía a Lysenko fuera de su país. Sin embargo, aquellos mismos fariseos que en 1948 trasladaron el decorado del escenario desde la ciencia a la política fueron -y siguen siendo- los mismos que se rasgan las vestiduras a causa de la "politización de la ciencia", es decir, de la conversión de la ciencia en algo que juzgan como esencialmente contrario a su propia naturaleza.

Lysenko fue extraído de un contexto científico en el que había surgido de manera polémica para sentarlo junto al Plan Marshall, Bretton Woods, la OTAN y la bomba atómica. Después de la obra de Frances S.Saunders (1) hoy tenemos la certeza de lo que siempre habíamos sospechado: hasta qué punto la cultura fue manipulada en la posguerra por los servicios militares de inteligencia de Estados Unidos. Pero no sólo la cultura. Si en sus expediciones militares Alejandro Magno llevaba consigo a los filósofos, Napoleón hizo lo propio con los científicos durante su viaje a Egipto, y aún hoy no somos plenamente conscientes de las consecuencias irreversibles que el "Proyecto

Manhattan" ha tenido para la ciencia desde la segunda mitad del siglo pasado. Ha nacido la *big science*, las gigantescas industrias científicas, la megaciencia. Como consecuencia de esa situación, una parte cada vez más importante de lo que se considera como "ciencia" tiene poco que ver con ella y, en cualquier caso, tiene que ver también con intereses espurios, que la mayor parte de las veces son bastante turbios, empezando por la campaña de linchamiento contra Lysenko, el transplante de médula o la creación del Centro de Control de Enfermedades de Atlanta. Cuando en la posguerra el propio Eisenhower denunció los peligros del complejo militar-industrial, también puso a la ciencia en el mismo punto de mira, en un apartado de su discurso que a los partidarios de la ciencia "pura" no les gustará recordar:

> Durante las décadas recientes la revolución tecnológica ha sido, en gran medida, responsable de los profundos cambios de nuestra situación industrial y militar. En esta revolución, la investigación ha tenido un papel central; también se vuelve más formalizada, compleja, y cara. Una proporción creciente de la misma se lleva a cabo bajo la dirección, o para los fines, del Gobierno Federal.
>
> Hoy el inventor solitario trasteando en su taller, ha sido desplazado por ejércitos de científicos en laboratorios y campos de pruebas. De la misma manera, la universidad libre, que es fuente histórica de ideas libres y descubrimientos científicos, ha sufrido una revolución en la dirección de las investigaciones. En parte por los grandes costos que la investigación involucra, los contratos del gobierno se han convertido en un sustituto de la curiosidad intelectual. Por cada antigua pizarra hay ahora cientos de nuevos ordenadores electrónicos [...] La perspectiva de que los intelectuales de la nación sean sometidos mediante el empleo federal, la asignación de proyectos y con el poder del dinero siempre presente, es algo que hay que contemplar con preocupación [...] Igualmente también debemos estar alerta ante el peligro opuesto de que las políticas públicas sean secuestradas por una élite científico-tecnológica (2).

Presidente de una potencia mundial hegemónica, a la vez que general del ejército que la sostenía, Eisenhower era un perfecto conocedor de lo que estaba hablando, y no se refería a la URSS precisamente, sino a dos riesgos simultáneos que concernían a su propio país: primero, la sumisión de los científicos "con el poder del dinero" y, segundo, que la democracia se convierta en un rehén de los tecnócratas, de quienes pretenden acaparar para sí el monopolio del conocimiento y que los demás adapten a ellos sus decisiones. Los políticos se entrometen en la ciencia tanto, por lo menos, como los científicos en la política. En plena guerra mundial, en 1915, Paul Painlevé, un matemático y ministro francés de educación, pasó a dirigir el departamento de la guerra. Su tarea fue la de movilizar recursos de la manera más rápida y eficaz, es decir, científica, para lo cual creó una "dirección general de invenciones" dentro del departamento de armamento. Hace ya décadas que los científicos vienen sustituyendo a los abogados en los más altos cargos gubernativos.

Uno de los errores más comunes en torno a la ciencia es la de aquellos que la reducen a su dimensión cognoscitiva y de ella sólo tienen en cuenta los conocimientos. Saber es poder y a la inversa. La ciencia es un instrumento de hegemonía. La burguesía supone que puede perpetuar su dominación transformando los problemas políticos en problemas técnicos, que eso asegura su gobernabilidad. Hoy en día, dice Latour, ningún ejército es capaz de vencer sin los científicos. La ciencia (y la tecnología) han pasado a formar parte de una maquinaria militar y, por consiguiente, "debe ser estudiada como tal". Entre un 20 y un 30 por ciento de los científicos trabajan en proyectos militares, porcentaje que sube al 40 por ciento en Estados Unidos. El 70 de la inversión en ciencia se destina a la defensa. La militarización de la ciencia asegura una provisión de científicos a su imagen y semejanza: disciplinados y amaestrados. Además, la milicia asegura la movilización de los recursos que la *big science* necesita en la actualidad (3).

Cuando insultaban a Lysenko, los científicos que se prestaron a colaborar en la campaña de la guerra fría estaban sublimando su propio miserable estado, y el deterioro parece imparable. Desde

1961, fecha en la que Eisenhower pronuncia el discurso, se han confirmado las peores premoniciones. La ciencia que no está militarizada forma parte de la industria. El 75 por ciento de la investigación se lleva a cabo en empresas privadas con dinero público. Los científicos son funcionarios públicos y empleados privados. Como en el ejército o en cualquier sector económico, no cabe ninguna posibilidad de crítica. Como cualquier peón fabril, el científico tiene que ser sometido y, además, debe aceptar e interiorizar su propia condición servil como un estado natural. Ha pasado del complejo militar-industrial a un complejo militar-industrial sin complejos.

La ciencia padece el abrazo del oso; se asfixia en medio de tan generoso derroche de subvenciones. Como consecuencia de ello, atraviesa un profundo declive, sólo comparable al de la Edad Media. Se investiga, se publica y se lee aquello que se financia y subvenciona a golpe de talonario. Lo demás no existe, no es ciencia. No es necesario recordar que quien paga manda, ni tampoco que quien paga y manda nada tiene que ver con la ciencia, es decir, que quien la dirige es ajeno a ella. Pero eso ha existido siempre; lo que cambió en la posguerra es que se tornó mucho más sórdido y gris. A diferencia del medievo, los mecenas que en la posguerra empezaron a guiar el curso de la ciencia ni siquiera eran aquellos aficionados paternalistas y entusiastas, "filósofos", es decir, no aquellos que sabían sino los que querían saber. Los que redactan decretos y firman cheques no conocen barreras; están convencidos de que nada es imposible, y mucho menos en materia científica. Si en la posguerra pudieron reconducir la evolución de un arte milenario, como la pintura, una ciencia reciente como la genética se prestaba más fácilmente para acoger los mensajes crípticos de la Casa Blanca, Wall Street o el Pentágono. Lysenko no era conocido fuera de la URSS hasta que la guerra sicológica desató una leyenda fantástica que aún no ha terminado y que se alimenta a sí misma, reproduciendo sus mismos términos de un autor a otro, porque no hay nada nuevo que decir: "historia terminada" concluye Althusser (3b). Es el ansiado fin de la historia y, por supuesto, es una vía muerta para la ciencia porque la ciencia y Lysenko se dan la espalda. No hay nada más que aportar a este asunto.

O quizá sí; quizá haya que recordar periódicamente las malas influencias que ejerce "la política" sobre la ciencia, y el mejor ejemplo de eso es Lysenko: "La palabra lysenkismo ha acabado simbolizando las consecuencias desastrosas de poner la ciencia al servicio de la ideología política", aseguran los diccionarios especializados (4), lo que sentencia con rotundidad el genetista James Watson: "El lysenkismo representa la incursión más atroz de la política en la ciencia desde la Inquisición" (5). Pretenden aparentar que lo suyo es ciencia "pura" y que todo lo demás, todo lo que no sea ciencia "pura", conduce al desastre. En consecuencia, hay que dejar la ciencia en manos de los científicos. En este juego oportunista a unos efectos "la política" nada tiene que ver con la ciencia y a otros interesa confundir de plano; depende del asunto y, en consecuencia, la dicotomía se presta a la manipulación. Así sigue la cuestión, como si se tratara de un asunto "político", y sólo puede ser polémico si es político porque sobre ciencia no se discute. Por eso hoy buena parte de los científicos se asemeja -más que nada- a una disciplinada tropa de reclutas, a la que un prolongado régimen cuartelario ha privado de su capacidad crítica. Jean Rostand, redactor francés de libros de bolsillo sobre biología que participó en la controversia sobre Lysenko, escribió entonces al respecto: "Expresiones apasionadas no se habían dado nunca hasta entonces en las discusiones intelectuales" (6). Uno no puede dejar de mostrar su estupor ante tamañas afirmaciones, que expresan una errónea concepción de la ciencia que oculta los datos más elementales de la historia de su avance, desde Tales de Mileto hasta el día de hoy. Un breve recorrido por el pasado de cualquier ciencia le mostraría preñado de acerbas polémicas, muchas de las cuales acabaron en la hoguera. La verdad no está sujeta a ninguna clase de monopolio; las ciencias son esencialmente dialécticas, controversiales. Para Sócrates el conocimiento nace de la mutua comunicación, discusión y crítica, y son muy numerosas las obras escritas de manera dialogal, desde Parménides a Berkeley, pasando por Platón, Galileo, Giordano Bruno y Leibniz, para quien la lógica era "el arte de disputar" (7). El saber científico no está integrado por conocimientos falsables sino por conocimientos discutibles. Darwin no podía discutir sobre la santísima trinidad porque es una cuestión religiosa, indiscutible, pero el obispo Wilberforce sí pudo hacerlo sobre la teoría de la evolución porque es una cuestión

científica, discutible.

La negación de la controversia conduce a estas periódicas cruzadas contemporáneas contra algo que se presenta como diferente y se califica de seudociencia, superstición, un conocimiento falso. Han vuelto los *malleus maleficarum* de las más oscuras entrañas de la Edad Media, lo que en el siglo XVII Francis Bacon calificó como "policía de la ciencia" (8), cuyos agentes desempeñan dos importantes tareas, que identifican con la esencia misma del proceder epistemológico. La primera consiste en prevenir a la humanidad ignorante contra la equivocación y el desvarío, algo de lo que nunca seríamos capaces por nosotros mismos. No se trata de criticar (una de las tareas científicas) sino de erradicar y silenciar (una tarea policial). Hay que impedir el error lo mismo que hay que impedir el delito: antes de que se produzca. De ese modo la policía científica ahorra la engorrosa tarea de criticar y de polemizar que tanta confusión engendran. Más vale poco pero de calidad; el minimalismo se introduce en la metodología científica moderna, aparece la ley del mínimo esfuerzo y una navaja que erróneamente atribuyen a Occam (9). Economizan ciencia, la presentan brillantemente pulida en acabados textos doxográficos que han superado la implacable prueba del *nihil obstat* contemporáneo (*peer review*): la policía científica da el visto bueno para que un determinado artículo se publique; el resto acaba en la papelera. Ha vuelto la censura con las correspondientes bendiciones del sínodo de sabios, incoporado a la cotidianeidad y a los automatismos inconscientes de la tarea investigadora, como si se tratara de la bata blanca en el laboratorio, el fonendoscopio en la consulta médica o el ordenador en la oficina.

La segunda tarea de los "martillos de herejes" es propia de un cierto tipo de escolástica moderna. Consiste en equiparar la crítica de la seudociencia con la controversia dentro de la misma ciencia, como ya advirtió Hegel en relación con la filosofía y que puede extenderse a cualquier clase de conocimiento: "Lo que esencialmente interesa es llegar a ver con mayor claridad y de un modo más profundo qué es lo que realmente significa esta diversidad de los sistemas filosóficos. El conocimiento filosófico de lo que es la verdad y la filosofía nos ayuda a enfocar esta diversidad en cuanto tal, en un sentido completamente distinto que el que entraña la antítesis abstracta entre la verdad y el error. El esclarecimiento de esto nos dará la clave para comprender el significado de toda la historia de la filosofía. Es menester que comprendamos que esta variedad entre las muchas filosofías no sólo no perjudica a la filosofía misma -a la posibilidad de tal filosofía- sino que, por el contrario, es y ha sido siempre algo sencillamente necesario para la existencia de la propia filosofía, algo esencial a ella" (10).

No hay avance científico sin *disputatio* (11). La controversia es el medio por el cual una teoría científica extrae lo mejor de sí misma. En cualquier país y en cualquier disciplina los intentos de imponer un canon de pensamiento, acaban en la parálisis, tanto más grave cuanto que a algunos neoescolásticos les otorgan la mayoría, gracias al apoyo del complejo militar-industrial, y pasan a intervenir en nombre de una supuesta comunidad científica, que a veces interesa confundir con la unanimidad de los científicos e incluso con la ciencia misma. En nombre de la unidad (que equiparan a la unanimidad) de la ciencia, la Inquisición sigue acechando hoy, especialmente en el terreno de la biología. Disponemos, pues, de los ingredientes tópicos de un auto sacramental: por un lado la ciencia y por el otro la Inquisición; sólo necesitamos saber el reparto de los papeles. ¿Quiénes son los verdugos y quiénes las víctimas? Pero la duda ofende; a determinado tipo de científicos sólo les gusta asumir el papel de víctimas. Cualquier otra asignación les parecería un insulto.

Si la ciencia es lo discutible, la crítica empieza por sí misma. La polémica de la ciencia es interna, consigo misma. Lo que demuestra la naturaleza científica de un determinado tipo de saber es su debate interno. Cuando ocurre como en la actualidad, que la ciencia busca contrarios fuera de sí misma, es con el único fin de apuntalar la falta de fundamento de sus propios postulados, trata de encubrir su debilidad interna para cerrar filas, para crear una impresión falsa de solidez. Entonces no lucha contra la seudociencia sino que se ha convertido a sí misma en seudociencia.

La escolástica biológica está muy lejos de comprender las consecuencias de su tardía aparición,

materializadas en una incapacidad para digerir las prácticas botánicas, médicas y veterinarias preexistentes. Hace más de 2.000 años que Euclides formalizó en un sorprendente sistema axiomático los conocimientos empíricos seculares que sobre geometría habían ido acumulando babilonios y egipcios (11b). Lo mismo lograron la astronomía y la química, que demostraron su capacidad para destilar conocimiento científico del cúmulo abigarrado de concepciones mágicas y míticas. Esos procesos de creación científica se prolongaron durante varios siglos, algo que las ciencias relacionadas con la vida no han tenido tiempo de llevar a cabo y, lo que es peor, ni siquiera parecen dispuestas a ello. Un absurdo artículo publicado en 2003 por la revista "Investigación y Ciencia" sobre las propiedades terapéuticas de la planta *Ginkgo biloba* es buena prueba de ello cuando se esfuerza por depurar la auténtica ciencia de lo que despectivamente califica como los "consejos de botica de la abuela" (12). Es seguro que desde hace 10.000 años las abuelas y los monjes budistas de las montañas de China vienen demostrando pertinazmente la validez de sus remedios. Para demostrarlo ni siquiera es necesario invocar las 20 patentes que había registradas en 1995 sobre derivados del *Ginkgo biloba* (13). Si la neurociencia no es capaz de confirmar los efectos positivos de la ingesta de *Ginkgo biloba* sobre la cognición, la memoria o el Alzheimer, quien tiene un serio problema es la neurociencia, no las abuelas. Por consiguiente, son cierto tipo de neurólogos y siquiatras quienes están haciendo gala de la seudociencia que dicen combatir.

En biología abundan los debates que giran en torno a lo que está demostrado y lo que no lo está, pese a lo cual algunos biólogos y los planes de estudio de la disciplina no quieren entrar en un terreno que les parece filosófico y no científico. En cualquier caso, no es sólo la teoría de la demostración lo que aquí se discute, sino la propia concepción de la ciencia, que hoy interesa desvincular de sus orígenes. Pero es claro que una ciencia que está en sus orígenes no se puede desvincular de esos mismos orígenes en los que está naciendo. Hoy desvincular a la biología de su cuna supone desvincularla de la práctica. Pero la biología no puede ignorar (y menos reprimir) sino superar esas prácticas y conocimientos empíricos, en donde el verbo superar (*Aufheben* en alemán) tiene el significado contradictorio (pero exacto) de conservar y depurar a la vez. Más que el manido experimento, el juez de la ciencia es la experiencia, que tiene un contenido temporal en el que es imprescindible estudiar su evolución, la acumulación progresiva de observaciones fácticas junto con las teorías (conceptos, definiciones e inferencias) que las explican. Por eso es imposible separar la ciencia de la historia de la ciencia (y la historia de la ciencia no es la historia de los conocimientos científicos). Desde Francis Bacon sabemos que la esencia de la ciencia, lo mismo que su historia y su método, se resumen en un recorrido que empieza en una práctica y acaba en otra:

práctica → teoría → práctica

El conocimiento es un hacer o, en expresión de Sócrates, lo que mejor conoce el hombre es aquello que sabe hacer. El *Homo sapiens* empieza y acaba en el *Homo faber*. De este recorrido se pueden poner numerosos ejemplos, especialmente en biología. El *Ginkgo biloba* no es más que una de esas acrisoladas prácticas tradicionales, a la que se pueden sumar otras igualmente antiquísimas. Es falso que en 1796 Edward Jenner descubriera las vacunas; lo que hizo fue poner por escrito lo que los ganaderos ingleses venían practicando desde tiempo atrás. Los hechiceros de las tribus africanas, especialmente las mujeres, y los curanderos chinos e hindúes inmunizaban a la población muchos siglos antes que Jenner. Cuando en África padecían viruela, envolvían las pústulas del brazo enfermo con un ligamento hasta que se quedaba adherida. Con él aplicaban una cataplasma en el brazo de los niños sanos para inmunizarles. Los primeros documentos sobre variolización aparecen en el siglo XVI en China. Sin embargo, la mención más antigua de esta práctica en los círculos intelectuales europeos no aparece hasta 1671, cuando el médico alemán Heinrich Voolgnad menciona el tratamiento con "viruelas de buena especie" por parte de un "empírico" chino en zonas rurales de Europa central. Luego los científicos turcos, que lo observaron en la India, tendieron un puente para que la terapia se conociera en occidente. Además de describir una práctica, como buen científico, Jenner hizo algo más: experimentó por sí mismo. No obstante, la seudociencia contemporánea procede de manera bien diferente: trata de contraponer el experimento a la experiencia.

La fermentación tampoco se descubrió en 1860; los pioneros de la bioquímica, como Berthelot, se limitaron a explicar cómo era posible ese fenómeno, ya conocido por los sumerios, que fabricaban cerveza y queso desde los remotos orígenes de la agricultura. A ningún científico se le hubiera ocurrido escribir entonces un artículo titulado "La verdad sobre la cerveza" para concluir que no habían logrado demostrar concluyentemente que la cebada se transforma en cerveza y que, a su vez, la cerveza embriaga a sus consumidores. Es evidente que en este punto lo que destaca es una profunda hipocresía, porque hoy los laboratorios de las multinacionales farmacéuticas envían espías para piratear los remedios terapéuticos tradicionales de las poblaciones aborígenes de África, Asia y Latinoamérica. Por ejemplo, la cúrcuma (conocida como la sal de oriente) se ha venido usando tradicionalmente en la medicina ayurvédica hindú y la referencia escrita más antigua consta en un herbario redactado hace 2.600 años, pese a lo cual fue robada en 1995, es decir, patentada por dos profesores de una universidad estadounidense. Es el doble juego que vienen poniendo en práctica: mientras en sus escritos se burlan de los curanderos, en los registros mercantiles se aprovechan de sus conocimientos ancestrales.

La biología es uno de los ejemplos de ese tipo de proceder epistemológico solipsista que sólo sabe mirarse el ombligo, que va de Atenas a Harvard cerrando un círculo -esencialmente racista- en el que la verdadera ciencia empieza y acaba en occidente. No hay verdadera racionalidad antes de la antigua Grecia, ni fuera de la cultura occidental. Debemos cerrar los ojos ante evidencias como que la brújula se inventó en oriente, que el saber empezó mirando hacia el oriente hasta el punto de quedar gratamente fosilizado en el verbo "orientarse".

Más adelante tendré ocasión de exponer la larga polémica sobre las hibridaciones vegetativas defendidas por Michurin, Lysenko y la biología soviética (también de origen oriental) en medio del sarcasmo de la moderna Inquisición, que desprecia aquello que ignora. Una frase de Lysenko resume acertadamente esta concepción científica: "En nuestras investigaciones agronómicas, en las que participan las masas, los koljosianos aprenden menos de nosotros de lo que nosotros aprendemos de ellos". Es el imprescindible recuerdo de la "docta ignorancia" de Nicolás de Cusa y Descartes: los verdaderos maestros y los verdaderos científicos son aquellos conscientes de que les queda mucho por aprender. La situación se reproduce hoy igual que hace cinco siglos. Margulis ha contado cómo en sus comienzos tropezó con quienes desembarcaron en la genética con tanta presunción "que ni siquiera sabían que no sabían" (14).

El relato de Lysenko, como tantos otros de la biología, está vuelto del revés porque quienes disponen de los medios para "recrear" eficazmente la historia acaban siempre atrapados en su propia trampa: Lysenko aparece como el linchador cuando es el único linchado. La manipulación del "asunto Lysenko" se utilizó durante la guerra fría como un ejemplo del atraso de las ciencias en la URSS, contundentemente desmentido –por si hacía falta- al año siguiente con el lanzamiento de la primera bomba atómica, lo cual dio una vuelta de tuerca al significado último de la propaganda: a partir de entonces había que hablar de cómo los comunistas imponen un modo de pensar incluso a los mismos científicos con teorías supuestamente aberrantes. Como los jueces, los científicos también aspiran a que nadie se entrometa en sus asuntos, que son materia reservada contra los intrusos, máxime si éstos son ajenos a la disciplina de que se trata. Cuando en 1948 George Bernard Shaw publicó un artículo en el *Saturday Review of Literature* apoyando a Lysenko, le respondió inmediatamente el genetista Hermann J.Muller quien, aparte de subrayar que Shaw no sabía de genética, decía que tampoco convenía fatigar al público con explicaciones propias de especialistas (15). Dejemos la salud en manos de los médicos, el dinero en manos de los contables, la conciencia en manos de los sicólogos... y la vida en manos de los biólogos. Ellos saben lo que los demás ignoran y nunca serán capaces de comprender. La ciencia es un arcano, tiene un método misterioso, reservado sólo para iniciados.

Más de medio siglo después lo que concierne a Lysenko es un arquetipo de pensamiento único y unificador. No admite controversia posible, de modo que sólo cabe reproducir, generación tras generación, las mismas instrucciones de la guerra fría. Así, lo que empezó como polémica ha acabado como consigna monocorde. Aún hoy en toda buena campaña anticomunista nunca puede

faltar una alusión tópica al agrónomo soviético (16). En todo lo que concierne a la URSS se siguen presentando las cosas de una manera uniforme, fruto de un supuesto “monolitismo” que allá habría imperado, impuesto de una manera artificial y arbitraria. Expresiones como “dogmática” y “ortodoxia” tienen que ir asociadas a cualquier exposición canónica del estado del saber en la URSS. Sin embargo, el informe de Lysenko a la Academia resumía más de 20 años de áspera lucha ideológica acerca de la biología, lucha que no se circunscribía al campo científico sino también al ideológico, económico y político y que se entabló también en el interior del Partido bolchevique.

El radio de acción de aquella polémica tampoco se limitaba a la genética, sino a otras ciencias igualmente “prohibidas” como la cibernética. Desbordó las fronteras soviéticas y tuvo su reflejo en Francia, dentro de la ofensiva del imperialismo propio de la guerra fría, muy poco tiempo después de que los comunistas fueran expulsados del gobierno de coalición de la posguerra. Aunque Rostand –y otros como él- quisieran olvidarse de ellas, la biología es una especialidad científica que en todo el mundo conoce posiciones encontradas desde las publicaciones de Darwin a mediados del siglo XIX. Un repaso superficial de los debates suscitados por el darwinismo en España demostraría, además, que no se trataba de una discusión científica, sino política y religiosa. En los discursos de apertura de los cursos académicos, los rectores de las universidades españolas nunca dejaron de arremeter contra la teoría de la evolución (17) y alguno se vanagloriaba públicamente de que en la biblioteca de su universidad no había ni un solo libro evolucionista. Es buena prueba de las dificultades que ha experimentado la ciencia para entrar en las aulas españolas y de las fuerzas sociales, políticas y religiosas empeñadas en impedirlo. Lo había advertido Pasteur: “Los rectores van a convertirse en los criados de los prefectos” (18). El darwinismo no llegó a España a través de la universidad sino a través de la prensa y en guerra contra la universidad, un fortín del más negro oscurantismo. Se pudo empezar a conocer a Darwin gracias a la “gloriosa” revolución de 1868, es decir, gracias a “la política”, y se volvió a sumir en las tinieblas gracias a otra “política”, a la contrarrevolución desatada en 1875, fecha en la que desde su ministerio el marqués de Orovio fulminó la libertad de cátedra para evitar la difusión de nociones ajenas al evangelio católico (19). Los evolucionistas fueron a la cárcel y 37 catedráticos fueron despedidos de la universidad y convenientemente reemplazados por otros; el evolucionismo pasó a la clandestinidad, al periódico, la octavilla y el folleto apócrifo que circulaba de mano en mano, pregonado por las fuerzas políticas más avanzadas de la sociedad: republicanos, socialistas, anarquistas...

La ciencia forma parte de la conciencia. Como consecuencia de ello, en todas las ciencias existe un flujo de subjetividad y de ideología que circula en ambas direcciones: de la conciencia hacia la ciencia, y a la inversa. Los científicos no son sólo víctimas pasivas de las ideologías sino activos fabricantes e impulsores de ellas. Una parte creciente de las más absurdas supersticiones contemporáneas las están creando y propagando los científicos. Así, uno de los megaproyectos de investigación con los que se ha abierto este siglo ha sido la puesta en marcha en 2008 del acelerador de partículas de Ginebra, cuyo objetivo -según afirmaron sus responsables a los cuatro vientos- era descubrir la “partícula de dios” y simular “los primeros días del universo”. Este tipo de afirmaciones forman parte de la moderna escolástica, de los mitos y leyendas que adornan la *big science*.

La biología también es una fábrica de las más variadas suertes de ideologías. Como reconoció Russell, “ha sido más difícil para la humanidad adoptar una actitud científica ante la vida que ante los cuerpos celestes” (20). Afortunadamente para los astrónomos, tienen a las nebulosas tan alejadas que deben observarlas a través de lentes que se las aproximan. Pero no necesitamos acercar la vida porque nosotros formamos parte de ella, la tenemos siempre presente, hasta tal punto que cuando leemos los estudios de los primatólogos, la impresión de que están hablando de seres humanos, el discurso indirecto y la comparación se tornan irresistibles. Contemplamos el universo desde la vida y, a su vez, la vida desde la sociedad humana en la que vivimos. La ideología está en ese vínculo íntimo, subjetivo, que mantenemos con nuestra realidad concreta, en donde los árboles no nos dejan ver el bosque. La ciencia empieza en ese cúmulo abigarrado de relaciones próximas sobre las que introduce la abstracción, la racionalidad y la objetividad, de tal forma que el diagrama anterior

también se puede dibujar mediante el siguiente ciclo que describe el progreso de cualquier ciencia a lo largo de su historia:

concreto → abstracto → concreto

La ciencia no puede prescindir ni de lo concreto, que le asegura su conexión con la realidad y su fiabilidad, ni con el pensamiento abstracto, que le permite progresar, profundizar en la realidad de la que procede, superar el cúmulo de apariencias superficiales que atan el pensamiento a los mitos, tanto a los antiguos como a los modernos. El avance de la humanidad logra que hoy seamos capaces de apreciar las supersticiones del pasado pero no nos hace conscientes de las del presente, de tal forma que unas formas ideológicas son sustituídas por otras. El componente racional de nuestra conciencia es cada vez mayor pero nunca será el único (21).

Las ideologías biológicas o bien nacen en "la política" y se extienden luego a la naturaleza, o bien nacen en la naturaleza y se extienden luego a "la política". El mismo darwinismo no es, en parte, más que la extensión a la naturaleza de unas leyes inventadas por Malthus para ser aplicadas a las sociedades humanas. La patraña que se autodenomina a sí misma como "sociobiología" es más de lo mismo, buena prueba de que hay disciplinas científicas con licencia para fantasear y detectar las mutaciones genéticas que propiciaron la caída del imperio romano. Es lo que tiene la sobreabundancia de "información", en donde lo más frecuente es confundir un libro sobre ciencia con la ciencia misma, lo que los científicos hacen, con lo que dicen. Es como confundir a un músico con un crítico musical. Desde su aparición en 1967, el libro de Desmond Morris "El mono desnudo" ha vendido más de doce millones de ejemplares. En todo el mundo, para muchas personas es su única fuente de "información" sobre la evolución, hoy sustituida por otras de parecido nivel, como "El gen egoísta". Hay un subgénero literario biológico como hay otro cinematográfico, empezando por "King Kong" o "Hace un millón de años" y acabando por "Blade Runner", "Parque Jurásico" o "Avatar". En muchas ciudades hay zoológicos, jardines botánicos y museos de historia natural que forman parte habitual de las excursiones de los escolares. Gran parte de los documentales televisivos versan sobre la fauna, la flora y la evolución, y en los hogares pueden fallar los libros de física o de filosofía, pero son mucho más frecuentes los relativos a la naturaleza, las mascotas, los champiñones o los bosques. Asuntos como la vida, la muerte o la salud convocan a un auditorio mucho más amplio que los agujeros negros del espacio cósmico. Cuando hablamos de biología es imposible dejar de pensar que es de nosotros mismos de lo que estamos hablando, y somos los máximos interesados en nuestros propios asuntos.

El evolucionismo tiene poderosas resistencias y enfrentamientos provenientes del cristianismo. En 1893 la encíclica *Providentissimus Deus* prohibió la teoría de la evolución a los católicos. Un siglo después, en 2000, Francis Collins y los demás secuenciadores del genoma humano se hicieron la foto con Bill Clinton, presidente de Estados Unidos a la sazón, para celebrar el que ha sido calificado como el mayor descubrimiento científico de la historia de la humanidad. Era una de las tantas mentiras científicas que encontramos, porque el genoma humano aún no se ha secuenciado íntegramente (22), pero no importaba: las imágenes del fraude mediático recorrieron el mundo entero en la portada de todos los medios de comunicación. Aquello nada tenía que ver con la maldita política, o al menos los genetistas no protestaron por ello. Presentarse en la foto con Clinton no es "política" y hacer lo mismo con Stalin sí lo es. En 2001 le otorgaron a Collins el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica. El título de un reciente libro suyo en inglés es "El lenguaje de Dios", en castellano "¿Cómo habla Dios?" y el subtítulo es aún más claro: "La evidencia científica de la fe" (23). Este científico confiesa que el genoma humano no es más que el lenguaje de dios, que tras descifrarlo, por fin, somos capaces de comprender por vez primera. En una entrevista añadía lo siguiente: "Creo que Dios tuvo un plan para crear unas criaturas con las que pudiera relacionarse [...] Utilizó el mecanismo de la evolución para conseguir su objetivo. Y aunque a nosotros, que estamos limitados por el tiempo, nos puede parecer que es un proceso muy largo, no fue así para Dios. Y para Dios tampoco fue un proceso al azar. Dios había planificado cómo resultaría todo al final. No había ambigüedades [...] El poder estudiar, por primera vez en la historia de la humanidad, los 3 mil millones de letras del ADN humano –que considero el lenguaje de Dios–

nos permite vislumbrar el inmenso poder creador de su mente. Cada descubrimiento que hacemos es para mí una oportunidad de adorar a Dios en un sentido amplio, de apreciar un poco la impresionante grandeza de su creación. También me ayuda a apreciar que los tipos de preguntas que la ciencia puede contestar tienen límites" (24). Esto sí es auténtica ciencia, no tiene nada que ver con "la política", o al menos los genetistas tampoco alzaron la voz para protestar por tamaña instrumentalización de su disciplina. También callan cuando las multinacionales de los genes privatizan el genoma (y la naturaleza viva), patentan la vida y la llevan a un registro mercantil, es decir, la roban en provecho propio. Al fin y a la postre muchos genetistas de renombre internacional son los únicos científicos que, a la vez, son grandes capitalistas, no siendo fácil dictaminar en ellos dónde acaba el amor a la verdad y empieza el amor al dividendo.

A mediados del siglo XIX no sólo se publica "El origen de las especies" sino también "La desigualdad de las razas" de Gobineau y las teorías del superhombre de Nietzche. Junto a la ciencia aparece la ideología, ésta pretende aparecer con el aval de aquella y no es fácil deslindar a una de otra porque ambas emanan de la misma clase social, la burguesía, en el mismo momento histórico. Los racistas siempre dijeron que quienes se oponían a sus propuestas, se oponían también al progreso de la ciencia, que se dejaban arrastrar por sus prejuicios políticos. Ellos, incluidos los nazis, eran los científicos puros. En el siglo siguiente la entrada del capitalismo en su fase imperialista aceleró el progreso de dos ciencias de manera vertiginosa. Una de ellas fue la mecánica cuántica por la necesidad de obtener un arma mortífera capaz de imponer en todo el mundo la hegemonía de su poseedor; la otra fue la genética, que debía justificar esa hegemonía por la superioridad "natural" de una nación sobre las demás. La "sociobiología" alega que, además del "cociente intelectual" también existe el "cociente de dominación", tan congénito como el anterior (25). El Premio Nóbel de Medicina Alexis Carrel ya lo explicaba de una manera muy clara en 1936:

> La separación de la población de un país libre en clases diferentes no se debe al azar ni a las convenciones sociales. Descansa sobre una sólida base biológica y sobre peculiaridades mentales de los individuos. Durante el último siglo, en los países democráticos, como los Estados Unidos y Francia, por ejemplo, cualquier hombre tenía la posibilidad de elevarse a la posición que sus capacidades le permitían ocupar. Hoy, la mayor parte de los miembros del proletariado deben su situación a la debilidad hereditaria de sus órganos y de su espíritu. Del mismo modo, los campesinos han permanecido atados a la tierra desde la Edad Media, porque poseen el valor, el juicio, la resistencia física y la falta de imaginación y de audacia que les hacen aptos para este género de vida. Estos labradores desconocidos, soldados anónimos, amantes apasionados del terruño, columna vertebral de las naciones europeas, eran, a pesar de sus magníficas cualidades, de una constitución orgánica y psicológica más débil que los barones medievales que conquistaron la tierra y la defendieron vigorosamente contra los invasores. Ya desde su origen, los siervos y los señores habían nacido siervos y señores. Hoy, los débiles no deberían ser mantenidos en la riqueza y el poder. Es imperativo que las clases sociales sean sinónimo de clases biológicas. Todo individuo debe elevarse o descender al nivel a que se ajusta la calidad de sus tejidos y de su alma. Debe ayudarse a la ascensión social de aquellos que poseen los mejores órganos y los mejores espíritus. Cada uno debe ocupar su lugar natural. Las naciones modernas se salvarán desarrollando a los fuertes. No protegiendo a los débiles (26).

Hoy hablan del cociente de dominación con la misma frialdad que los nazis de las naciones esclavas. En el universo cada cual ocupa el sitio que le corresponde. ¿De qué sirve rebelarse contra lo que viene determinado por la naturaleza? Sin embargo, la rebeliones se suceden. Siempre hay una minoría ruidosa que no acepta -ni en la teoría ni en la práctica- el cociente de dominación que le viene impuesto por la madre naturaleza, que no se resigna ante lo que el destino les depara. Entonces los vulgares jardineros se sublevan contra los botánicos académicos y deben ser reconducidos a su escalafón por todos los medios.

Las aberrantes teorías y prácticas racistas fermentan en la ideología burguesa decadente de 1900 que, tras las experiencias de la I Internacional y la Comuna de París, era muy diferente de la que había dado lugar al surgimiento de la biología cien años antes de la mano de Lamarck. El siglo empezó con declaraciones "políticas" solemnes acerca de la igualdad de todos los seres humanos y acabó con teorías "científicas" sobre -justamente- lo contrario. El linchamiento desencadenado por el imperialismo contra Lysenko trató de derribar el único baluarte impuesto por la ciencia y la dialéctica materialista contra el racismo étnico y social, que había empezado como corriente pretendidamente científica y había acabado en la práctica: en los campos de concentración, la eugenesia, el apartheid, la segregación racial, las esterilizaciones forzosas y la limpieza étnica. Ciertamente no existe relación de causa a efecto; la causa del racismo no es una determinada teoría sino una determinada clase social en un determinado momento de la historia.

Tendremos ocasión de comprobar que la mecánica cuántica y la genética marcharon en paralelo en la primera mitad del siglo XX, tienen el mismo vínculo íntimo con el imperialismo y, en consecuencia, con la guerra. Desde entonces la ciencia permanece militarizada, pero si la instrumentalización bélica de la mecánica cuántica hiede desde un principio, la de la genética se conserva en un segundo plano, bien oculta a los ojos curiosos de "la política", a pesar de que las primeras Convenciones de La Haya que prohibieron el uso de agentes patógenos en la guerra se aprobaron en 1899 y 1907. Sin embargo, por primera vez en la historia el ejército español gaseó a la población civil del Rif para aplastar la insurrección de 1923, provocando patologías que se han transmitido durante varias generaciones (27). En la siguiente década científicos al servicio del ejército colonial británico probaron el gas mostaza en cientos de soldados hindúes y pakistaníes en un cuartel militar de Rawalpindi (28). Igualmente, el carbunco es hoy una enfermedad endémica en Zimbaue porque los colonialistas blancos bombardearon las aldeas nativas con esporas patógenas desde 1978 para impedir la liberación del país. Determinados posicionamientos en el terreno de la biología no son exclusivamente teóricos sino prácticos (económicos, bélicos) y políticos; por consiguiente, no se explican con el cómodo recurso de una ciencia "neutral", ajena por completo al "uso" que luego terceras personas hacen de ella. Cuando se ensayó la bomba atómica en Los Álamos, Enrico Fermi estaba presente en el lugar, y en los campos de concentración unos portaban bata blanca y otros uniforme de campaña. Con frialdad, Haldane proponía en 1926 que su país renunciara a los convenios internacionales que prohibían los gases porque se trataba de un "arma basada en principios humanitarios" (29). Otros, como Schrödinger, relacionan la selección natural con la guerra: "En condiciones más primitivas la guerra quizá pudo tener un aspecto positivo al permitir la supervivencia de la tribu más apta" (30). Así se expresaba Schrödinger en 1943, es decir, en plena guerra mundial, en condiciones ciertamente "primitivas" pero de enorme actualidad. Por aquellas mismas fechas Julian Huxley utilizaba los mismos términos: si bien extraordinariamente raro, la guerra no deja de ser un "fenómeno biológico" (18). Después de 1945 la "hipótesis de cazador" se convirtió en la metáfora paleontológica de la guerra fría (31). En ocasiones algunos científicos necesitan de subterfugios truculentos de esas dimensiones como única terapia capaz de sublimar sus más bajos instintos.

Desde mediados del siglo XIX la metafísica positivista ha separado el universo en apartados o compartimentos para manipularlos de manera oportunista, una veces mezclándolos y otras separándolos. Según los positivistas la ciencia nada tiene que ver con las ideologías, ni con las filosofías, ni con las guerras, ni con las políticas, ni con las economías. ¿Por qué mezclar ámbitos que son distintos? Cuando les conviene, la mezcla es (con)fusión, es decir, error. Pero sólo si la (con)fusión la cometen otros, no sus propias (con)fusiones. Por ejemplo, una de las revistas "científicas" que participó en la campaña de linchamiento fue el *Bulletin of the Atomic Scientists* que en junio de 1949 publicó un monográfico contra Lysenko con el título "La verdad y la libertad científica en nuestra época". Es ocioso constatar que no se referían a Estados Unidos, donde la teoría de la evolución estaba prohibida: los censores también son los demás. No obstante, la mayor paradoja era que los mismos científicos que habían masacrado a la población civil de Hiroshima y Nagasaki y que deseaban volver a repetir la hazaña en la URSS, como en el caso del físico Edward

Teller (33), redactor de la revista, tenían la desvergüenza de pontificar acerca de la verdad y la libertad, de reclamar un gobierno "mundial" que controlara el armamento atómico que sólo ellos habían fabricado... Ellos son la enfermedad y luego el remedio; juegan con todas las barajas.

Aquel monográfico "atómico" insertaba un artículo del genetista Sewall Wright que ilustra lo que venimos diciendo. Se titulaba "¿Dogma u oportunismo?" porque los expertos en intoxicación propagandística aún no sabían la mejor manera de encajar el lysenkismo, aunque mostraban cierta inclinación por el dogma... por el marxismo como dogma no por el dogma central de la genética. Por eso el rumano Buican asegura que "como la naturaleza humana, el patrimonio genético del hombre es incompatible con los dogmas del marxismo-leninismo" (34), una frase copiada de la que Sewal Wright había lanzado en la guerra fría: el suicidio de la ciencia -adviértase: de toda la ciencia- en la URSS tenía su origen en la "antítesis esencial entre la genética y el dogma marxista" (35). Fue uno de los hilos conductores del linchamiento repetido hasta la saciedad. No cabe duda de que lo que es dogmático no es la genética sino el marxismo, algo que Wright y Buican ni siquiera se preocupan de razonar. O lo tomas o lo dejas: los dogmáticos son los demás, los que (con)funden son los demás. Ellos lo tienen tan claro que dan por supuesto que el lector también lo debe tener igual de claro y no se merece, por lo tanto, ni una mísera explicación. Ni siquiera es necesario un acto de fe; las cosas no pueden ser de otra manera.

Estas expresiones son sorprendentes cuando proceden de una disciplina, como la genética, que es la única ciencia en la historia del conocimiento humano que declaradamente se fundamenta en dogmas (36). Ahora bien, cuando aparecen los dogmas es seguro que también hay brujas y, por consiguiente, caza de brujas. Por eso la infraliteratura antilysenkista de la guerra fría fue -sigue siendo- la página biológica del maccarthysmo y, como es más que obvio, en tales exorcismos la ciencia -y la historia de la ciencia- han escapado por las rendijas, porque son incompatibles con cualquier clase de dogmas, en la misma medida en que los dogmas son incompatibles con cualquier clase de ciencia. Esto autoriza, pues, a sospechar que, o bien la genética no es una ciencia, o bien que dicho dogma es falso. En cualquier caso, aquí algo huele a podrido, un tufo que se acrecienta cuando no hablamos de cualquier clase de dogma sino precisamente del dogma "central" de esta ciencia, es decir, cuando el dogma se localiza en el centro mismo de la genética, cuando se ha pretendido desarrollar esta ciencia en torno a un mandamiento de inspiración divina que Judson compara con la ecuación formulada por Einstein en su teoría de la relatividad: $E = mc^2$. Estamos en lo más parecido a la mística medieval, donde los genetistas son los profetas de unas escrituras sagradas: el dogma central -añade Judson- es "la reformulación -radical, absoluta- de la razón por la cual las características adquiridas por un organismo durante su vida, pero no dependientes de sus genes, no pueden ser heredadas por su descendencia" (37). Si hay dogma no cabe, pues, herencia de los caracteres adquiridos. O una cosa o la contraria. El dogma afirma una tesis incontrovertible que a lo largo del tiempo sólo ha ido cambiando de forma:

plasma → cuerpo
gen → proteína
genotipo → fenotipo

Por el contrario, los herejes como Lamarck, Darwin y Lysenko se atrevieron a darle la vuelta al planteamiento, incurriendo en el desliz de defender la herencia de los caracteres adquiridos:

plasma ← cuerpo
gen ← proteína
genotipo ← fenotipo

Los cimientos del dogma son antiguos. Los puso inicialmente Weismann en 1883, lo que a veces se denomina como "barrera", dando así un vuelco a los fundamentos de la biología entonces comúnmente aceptados entre los evolucionistas. Pero como tal dogma apareció en 1957 en un ataque de euforia de Francis Crick, el hermano gemelo de Watson. Confiesa Crick que lo llamó de esa manera por sus convicciones religiosas. Pero para su desgracia y la de los amantes de las grandes "frases publicitarias", lo que era exultante en 1957 se convirtió en balbuceante apenas una

década después, en 1970, para acabar en una franca desbandada, protagonizada por el propio Crick en primera persona, que se disculpaba lastimosamente:

> Mi concepto era que un dogma era una idea para la que no había evidencia razonable [...] Simplemente yo no sabía qué significaba 'dogma'. Lo mismo podría haber dicho 'Hipótesis central' [...] Lo del dogma no fue sino una frase publicitaria.
>
> Eso sí, la hemos pagado cara, porque hay a quien le duele lo de 'dogma', mientras que si hubiera sido 'hipótesis central', a todo el mundo le habría tenido sin cuidado [...] Es una especie de superhipótesis. Y es una hipótesis negativa, o sea que es muy difícil de probar. Dice que determinadas transferencias no pueden darse. La información nunca va de proteína a proteína, de proteína a ARN, de proteína a ADN [...] El dogma central es mucho más poderoso, y así en principio pudiera decirse que jamás lograría probarse. Pero su utilidad... de eso no cabía duda (38).

Es un ejemplo del lastimoso estado actual de la ciencia. ¿Qué opinión puede merecer un científico que no es capaz de distinguir una hipótesis de un dogma? Lo peor es que la explicación de Crick es falsa: era tan consciente de la diferencia entre un dogma y una hipótesis que en aquel artículo de 1957 proponía tanto uno como otra, un dogma central como una hipótesis secuencial, ambas tan exitosas como erróneas, como habrá ocasión de exponer. Pero en aquellos tiempos, en plena euforia, a muy pocos les pareció importar que se articulara una ciencia en torno a un dogma, y mucho menos que el mismo fuera erróneo. Lo importante es que fuera útil, es decir, inútil para la ciencia pero no para la publicidad. En fin, el dogma central de la genética hay que considerarlo como propaganda para el consumo externo de los ignorantes, de los no iniciados. Los mitos y las leyendas perduran más allá de la racionalidad acrisolada porque son útiles, grandes "frases publicitarias". Hoy las evidencias contra el dogma se van acumulando abrumadoramente, pero eso sigue sin importar a determinados genetistas (e historiadores de la genética) porque los dogmas, como los genes, siguen siendo útiles y eso les permite mantener vida por sí mismos, reproducirse a espaldas cualquier cosa ajena ellos mismos, a espaldas de la realidad, en definitiva, sobre todo si hay un sustrato financiero y político que los alimenta.

El dinero no puede crear ciencia; por eso hasta 1900 la mayor parte de los científicos vivieron en la miseria. Lo mismo cabe decir de los premios y las condecoraciones. Pero el dinero distorsiona el verdadero estado de una controversia científica cuando financia a determinadas teorías o determinadas investigaciones en determiento de otras, o incluso aparentando que no existen estas otras. Lo que habitualmente califican como "comunidad científica" se crea de esa manera: es una misma teoría repetida múltiples veces que, además, prueba el carácter acrítico de muchos científicos en la actualidad, su seguidismo. La especialización favorece esas situaciones engañosas. No se puede seguir hablando a estas alturas de la existencia de una única "comunidad científica" cuando en cada área del conocimiento sólo hay un puñado de investigadores de cabecera, cuyos resultados son aceptados por los demás, que se limitan a hacer el coro citando a los anteriores. En cualquier ciencia las corrientes dominantes son como las ofertas de los supermercados: es lo que está a la vista, lo que al establecimiento le interesa vender, que no tiene por qué coincidir con lo que un investigador busca o necesita. El auténtico científico es inconformista por naturaleza. No adopta una actitud pasiva de aceptación ante las abrumadoras exhibiciones de los escaparates sino que indaga y pregunta.

Aunque dirigida contra terceros, la dicotomía entre el dogma y el oportunismo de Sewal Wright sugiere muchas reflexiones, sobre todo cuando llega importada desde el mundo anglosajón, que alardea de ser pragmático y reacio al dogmatismo. Cualquier ideología positivista tiene a gala su falta de principios porque estos son propios de fanáticos y la defensa de los mismos está aún peor considerada: intransigencia, fundamentalismo, ortodoxia, etc. Su "economía del pensamiento" exige podar implacablemente con la navaja lo que consideran como "metafísica". Ahora bien, los positivistas siempre juegan con dos barajas: por un lado dicen que se oponen a la metafísica pero

por el otro quieren imponer algo mucho peor que unos principios: quieren imponer dogmas, pero no cualquier clase de dogmas sino precisamente sus propios dogmas. Sin embargo, cuando se habla de dogmas, como cuando se habla de cualquier otra forma de alienación intelectual, las cosas no son lo que parecen. Como ideología dominante, a partir de 1945 el positivismo fue capaz de poner al mundo del revés, de manera que cuando algunos biólogos, entre ellos Lysenko, se opusieron a sus dogmas acabaron linchados por... dogmáticos. De ahí que acabar con esa ideología dominante, que es una tarea revolucionaria, no será ningún cambio sino simplemente volver a poner cada cosa en su sitio.

Una vez que aparentan haber arrojado fuera de sí todos los principios, excepto los suyos propios, los positivistas se vanaglorian del vacío que han creado, la falta de ideas, la ineptitud teórica y el empobrecimiento del pensamiento hasta unos extremos pocas veces alcanzado. Su economía del pensamiento es una falta del pensamiento, la bancarrota de la biología teórica, el sello indeleble de su producción literaria que tiene su más clara manifestación en la campaña antilysenkista. Nada de abstracciones "metafísicas"; no se puede sacar la vista del microscopio. Cualquier debate de principios lo asimilan a una injerencia exterior y extraña: de la filosofía (materialismo dialéctico) unas veces, de la política (soviética) otras, del partido (comunista)... En la ciencia es posible reconocerse como liberal, conservador, socialdemócrata, mormón, agnóstico, pero nunca comunista, porque el comunismo les impide ser científicos. Cuando necesariamente cualquier debate científico conduce a los principios, los positivistas imaginan que los principios (de los demás) están al principio, como los lectores ingenuos que al ver situado el prólogo de los libros al comienzo de los mismos, suponen que eso es lo primero que escriben sus autores. Pero las cosas no son lo que parecen; aunque se inserten en el principio, las conclusiones se redactan al final. Lo mismo sucede con los principios, que a los positivistas les parecen prejuicios. Ellos no quieren saber nada de ingredientes extraños, invocando "hechos" y nada más que "hechos". La ideología dominante, que a partir de 1945 es de origen anglosajón, no hubiera podido imponerse en todo el mundo sin esa hipócrita renuncia a la ideología, a cualquier clase de ideología. De ahí que ellos denuncien continuamente en Lysenko las alusiones al materialismo, a la dialéctica y a todo lo que consideran al margen de la ciencia "pura". Pero su ciencia "pura" es un puro vacío; sin imponer ese vacío, el positivismo estadounidense no hubiera podido luego introducir por la puerta trasera sus absurdos dogmas y postulados metafísicos, rayanos en la vulgaridad más ramplona, tanto en biología, como en sicología, en economía o en filosofía.

En biología la metafísica positivista adopta la forma de "teoría sintética", un híbrido de mendelismo y neodarwinismo que Estados Unidos impuso a los países de su área de influencia a partir de 1945. La genética no es una ciencia, dice el genetista francés Kupiec: "De la misma manera que la teoría de Newton no es la física sino una teoría de la física, la genética no es la herencia sino una teoría de la herencia" (39). La teoría sintética no se presenta a sí misma como una corriente dentro de la genética sino como la ciencia misma de la genética, la genética por antonomasia. Es como decir que el conductismo es la sicología, el marginalismo la economía, el kantismo la filosofía y el impresionismo la pintura. Para llegar a esa conclusión previamente es necesario erradicar a la competencia, que es la tarea policiaca emprendida en 1948 por el imperialismo norteamericano para imponer su teoría sintética, lo que ha llenado la biología de herejes, de los cuales Lysenko sólo es uno de los más famosos. A eso se refería Julian Huxley cuando hablaba de la "unidad" de la ciencia, frente a la teoría de las "dos ciencias" que otros esgrimían. La teoría sintética no es tal teoría; no es una teoría más sino que es la ciencia misma de la biología. No hay otra. Los mendelistas -afirma Huxley- adoptan el método científico: parten de los hechos y en base a ellos elaboran las teorías que los explican. Por el contrario, el lysenkismo no es una ciencia sino una doctrina; no parte de los hechos sino de prejuicios, de una serie de ideas preconcebidas que se superponen a ellos. Cuando los hechos no se acomodan a sus concepciones, los rechazan. Como tantos otros demagogos, Huxley no ciñe su crítica a la genética sino que la extiende a la ciencia soviética en general (40). A diferencia del dogmático, el empirista cree en la tabla rasa; se ha convencido a sí mismo de que él no elabora hipótesis previas: se pone al microscopio con su mente en blanco, a improvisar, a ver qué

pasa. Esta concepción es tan ridícula que cae por su peso y no merecería, por lo tanto, mayores comentarios. Pero la campaña ideológica ha logrado camuflarla como si se tratara de la esencia misma del proceder científico. Más bien sucede todo lo contrario. Así, en cualquier ensayo de paleontología son muy pocos los hechos que se exponen y muchas las hipótesis que se aventuran acerca de ellos. Pero no sólo en la ciencia; cualquier faceta del comportamiento humano sigue las mismas pautas (41). Lo que diferencia a un arquitecto de una abeja que construye un panal es que el primero dibuja los planos antes que nada; lo que diferencia a un científico de un charlatán es que el primero diseña un proyecto de investigación, el Estado presenta unos presupuestos antes de gastarse el dinero público, y así sucesivamente. No sólo las hipótesis son trascendentales para la ciencia -siempre lo han sido- sino que su importancia es creciente a causa de la complejidad, los medios y la financiación creciente que requiere cualquier iniciativa científica.

A lo largo de la historia, el saber no se ha impulsado por el amor al saber, ni nada parecido, que es una versión fantástica del "arte por el arte". Lo que impulsa el avance del conocimiento es lo que luego queda fuera de él mismo, algo residual que en la historia se menciona a veces como exterior, extraño a su pureza virginal. Pasteur trabajaba al servicio de la industria textil, ganadera y vitivinícola de su país, que luego fue la que financió la construcción de su instituo de investigación. La ciencia es un proceso orientado de acumulación de conocimientos, siendo numerosos los factores que contribuyen a esa orientación que, en definitiva, es la política científica. El dinero no es más que una de ellas, lo suficientemente importante como para reconocer su naturaleza clientelar, como reconoce Cornwell: "Los científicos son infinitamente más dependientes que, por ejemplo, los artistas, los escritores o los músicos. Dependen de sus superiores, de sus patronos, de sus patrocinadores, de mecenas de toda índole" (42).

Las hipótesis también desempeñan un papel decisivo en esa orientación de la investigación, que nunca es espontánea. Además, la capacidad humana de lanzar preguntas es mucho mayor que la de responderlas con una mínima solvencia científica. La ciencia cierra unas puertas al mismo tiempo que abre otras. El afán de saber es insaciable, tiene horror al vacío, no admite lagunas y cuando no puede aportar una explicación fundada, la suple con conjeturas más o menos verosímiles, encadena unos argumentos con otros, etc. El resultado es que las hipótesis aparecen como tesis, deslizándose en el interior de la ciencia un cúmulo de supuestos que muchas veces ni siquiera se formulan explícitamente y otras parecen consustanciales al "sentido común". Newton nunca dijo que no elaborara hipótesis. Una traducción literal de lo que escribió en latín en sus *Principia mathematica* es que él no "fingía" hipótesis (*hypotheses non fingo*), lo que coincide con lo que escribió en su "óptica" en inglés: *I do not feign hypotheses* (43). Si Newton hubiera dicho que no planteaba hipótesis sería falso, pero -efectivamente- a diferencia de otros, él no fingía: como cualquier científico, creó su dinámica recurriendo a ellas. En cualquier caso, la conclusión hubiera sido la misma: debemos tomar en consideración como ciencia lo que los científicos hacen y no lo que dicen.

Pero Newton nos conduce bastante más allá: ¿qué entendía por hipótesis? Las definía como aquellos postulados que no se deducen de los fenómenos. En consecuencia, la pregunta es obvia: si Newton planteó hipótesis y no las dedujo de los fenómenos, ¿de dónde las dedujo? Un examen detenido de esta pregunta -recurriendo tanto a la biografía como a la obra escrita- conduciría a concluir que Newton empleaba el término "hipótesis" justamente en el sentido que aquí más nos interesa, el más próximo al concepto de ideología (44). Las convicciones filosóficas, las ideologías políticas, las religiones, los mitos y supersticiones contemporáneas se disfrazan bajo hipótesis, con el agravante de que la mayor parte de las veces ni siquiera se realiza de manera consciente. Desde Descartes, la física pugna por separarse de la metafísica (45), que no es otra cosa que el esfuerzo por separar las hipótesis y las tesis. La introducción de componentes ideológicos en la ciencia no es algo necesariamente pernicioso ni necesariamente falso. La cuestión no reside ahí sino en la inconsciencia con que se lleva a cabo. Una de las claves del método científico consiste en diferenciar lo que es una tesis y lo que es una hipótesis, lo cual no es tan sencillo como parece, por lo que desde el siglo XVII se viene postulando recurrir a ellas lo imprescindible. Tras el

descubrimiento de las contradicciones, el esfuerzo moderno de la axiomática y la teoría de conjuntos se ha encaminado a explicitar lo que hasta entonces había estado implícito. Otras ciencias también deberían seguir ese camino porque las simulaciones informáticas están contribuyendo a difuminar las barreras entre lo real y lo virtual: "fingen" hipótesis (46). Esta ficción o (con)fusión engendra modalidades peculiares de alienación en el trabajo científico, de verdadero fetichismo que en nada se diferencia del que aqueja al más vulgar de los analfabetos.

Imbuidos de vulgaridad, los positivistas se creen que, a diferencia de las teorías, los hechos tienen algo de incontrovertible. No obstante, aparte de que la separación absoluta y artificial (arbitraria) que ellos llevan a cabo entre entre hechos y teorías es falsa, también es falsa su concepción del hecho como hecho "positivo", realmente existente. Hay ciencias, como la exobiología, que no sólo estudian hechos "positivos" sino las posibilidades que se desprenden de ellos. El objeto de la exobiología no es la vida realmente existente en la corteza terrrestre, sino una vida posible más allá de ella que nadie ha observado nunca pero cuya existencia se presume hipotéticamente. Es claro, pues, que la práctica científica admite en biología conceptos, como potencia y posibilidad, que los positivistas no admiten dentro de sus estrechas teorías, entre otras razones porque no les parecen verdaderamente científicos sino más bien "filosóficos", lo que para los secuaces de Comte es casi como un insulto.

Con los hechos sucede lo mismo que con el método científico: se invoca tanto más cuanto más se desconoce su significado. Así, la teoría sintética calificó de ADN "basura" toda aquella parte del genoma que no cumplía las expectativas milagrosas que tenían puestas sobre la molécula, con el añadido de que esa parte era la mayor del genoma. El genoma no era lo que ellos siempre supusieron pero, ante el descalabro de sus esperanzas, fue la realidad, el ADN, que calificaron como basura para ocultar que la auténtica basura estaba en su teoría. Si los hechos no se acomodaban a sus hipótesis, tanto peor para ellos. Como cualquier otra corriente ideológica, los empiristas siempre han demostrado que, a pesar de sus repetidas frases, tienen tanto apego a sus dogmas como los demás, aunque en la práctica luego nunca se acuerdan de ellos, exactamente igual que los demás.

Otro ejemplo pertinente es la "ley" de la población de Malthus, que se ha convertido en otro de los dogmas favoritos de la teoría sintética, su auténtica médula espinal: "La población, si no encuentra obstáculos, aumenta en progresión geométrica. Los alimentos tan sólo aumentan en progresión aritmética" (47). En su día Malthus no aportó prueba alguna de su "ley" y dos siglos después los malthusianos siguen sin hacerlo. Por más que se repita hasta el hartazgo, esa "ley" es completamente falsa, tanto en lo que a las sociedades humanas concierne, como a las poblaciones animales y vegetales. En palabras de Engels, se trata de "la más abierta declaración de guerra de la burguesía contra el proletariado" (48). Resulta apasionante indagar las razones por las cuales esta declaración de guerra ha pasado a formar parte de las supersticiones seudocientíficas contemporáneas. Pastor de la iglesia anglicana, Malthus no sólo era un economista superficial sino un plagiario cuya obra carece de una sola frase original. Su fulminante éxito se produjo porque su publicación coincidió con el estallido de la revolución francesa, cuya influencia en el Reino Unido era necesario frenar (49). En 1793, al calor del enciclopedismo francés, William Godwin había publicado su gran obra *The inquiry concerning political justice and its influence on general virtue and happiness*, que tuvo una considerable influencia en el pensamiento de su época. El "Ensayo sobre la población" de Malthus era una respuesta mediocre a Godwin quien, a su vez, respondió en 1820 con otro magnífico estudio: "Investigación sobre la población". Hoy Godwin es tan desconocido como famoso es Malthus. Pero esta situación tampoco tiene que ver con la ciencia sino con la maldita política: entre los anglicanos el sumo pontífice es el propio rey de Inglaterra, de quien los predicadores no son más que funcionarios. La burguesía británica recurrió a un reverendo que, además del voto de castidad, tan extraño para un protestante, pregonaba el antídoto frente al librepensamiento y demás excesos procedentes del continente. La consigna británica era la continencia, la moderación de los apetitos políticos y sexuales. Por eso donde la ciencia (Godwin) se sumerge, la superchería (Malthus) emerge.

Sólo si se comprenden los fundamentos positivistas y pragmatistas imperantes en Estados Unidos es

posible, a su vez, comprender los juegos y paralelismos entre la naturaleza y la sociedad que subyacen en la campaña de la guerra fría contra Lysenko. Con el positivismo, escribió Marcuse, "la biología se convirtió en el arquetipo de la teoría social" (50). Que se confunde la sociedad con la naturaleza es tan evidente como lo contrario: a veces hay que enfrentar ambos. *Natur mit uns*: "la naturaleza está con nosotros". El capitalismo busca fundamentar su sistema de explotación sobre bases "naturales", es decir, supuestamente enraizadas en la misma naturaleza y, en consecuencia, inamovibles. Frente a lo "social", que se presenta como lo artificial, se dice que algo es "natural" cuando no cambia nunca: ha sido, es y será siempre así. Lo natural es lo eterno y, por consiguiente, lo que no tiene origen. Así es el positivismo en boga, que no permite interrogar sobre el origen de los fenómenos, ni en la biología ni en la sociología, porque demuestra el carácter perecedero del mundo en su conjunto y su permanente proceso de cambio. Cuando la biología demostró que no había nada inamovible, que todo evolucionaba, hubo quienes no se resignaron y buscaron en otra parte algo que no evolucionara nunca para asentar sobre ello las bases de la inmortalidad terrenal.

Creced y multiplicaos

El universo, todo el conjunto de cosas y fenómenos de cualquier tipo que lo conforman, es materia en movimiento. No existe un vocablo único que permita fundir la noción de que materia y movimiento no existen por separado. El movimiento es la forma de existencia de la materia y, por consiguiente, no cabe sorprenderse de que las cosas cambien, ya que son esencialmente cambiantes. Lo verdaderamente asombroso sería encontrar algo en el universo que jamás haya evolucionado, que careciera de historia. Incluida la biología, todas las disputas científicas que conoce la historia se reducen a la separación de la materia y el movimiento. Así, existen corrientes ideológicas que consideran la materia como algo estático que sólo cambia por la acción de fuerzas exteriores que inciden sobre ella y, por consiguiente, suponen la presencia de seres o energías inmateriales, movimiento puro. Además, es posible también rastrear a lo largo de la historia del pensamiento humano la existencia de otras concepciones algo diferentes de la anterior, como aquellas que niegan el movimiento y el cambio, es decir, que mantienen un concepción estática del universo.

Una de las primeras dicotomías que se establecieron fue la separación entre los fenómenos terrestres (materiales) y los celestiales (movimiento puro), que es característica de la mayor parte de las religiones. La ley de la gravitación de Newton, calificada justamente como universal, demostró que los fenómenos estelares responden a leyes idénticas a las terrenales y, por consiguiente, que también son fenómenos materiales en movimiento perpetuo.

La materia cambia y se modifica, pasando de unos estados a otros, de unas formas a otras, siempre por su propia dinámica interna, sin necesidad de la intervención de factores o impulsos ajenos a ella misma. A lo largo de la historia, el cambio más importante experimentado por la materia es su desdoblamiento en materia inerte y materia viva. En virtud de esta transformación la materia inerte, sin dejar de ser materia, en definitiva, experimenta un salto cualitativo, adquiere nuevas propiedades y da lugar a nuevos fenómenos distintos, muy diferentes a los anteriores que cabe expresar como la unidad dialéctica, contradictoria, de la materia inerte y la materia viva, lo que en la teoría de sistemas se denomina hoy como un "sistema abierto", caracterizado por una interacción, es decir, una acción seguida de la posterior reacción, que denota la prioridad en el tiempo de la materia inerte y el origen de la materia viva a partir de ella:

materia inerte → materia viva

La reacción opera en el sentido contrario:

materia inerte ← materia viva

Una de las consecuencias más impresionantes de esta segunda reacción es el cambio espectacular que los organismos vivos han provocado en la composición de la atmósfera terrestre, que pasó de ser fuertemente reductora, es decir, carente de oxígeno, a ser oxidante. La actividad humana sobre su entorno físico y ecológico más inmediato también se ha multiplicado a lo largo de la historia con

el desarrollo de las fuerzas productivas y es tan importante en la actualidad que Vernadsky la calificó como un nuevo fenómeno, a la vez geológico, químico y biótico, llamándolo “noosfera”. De esa manera Vernadsky destacó que la aparición de la materia viva había provocado un cambio irreversible sobre el planeta, que impacta y seguirá impactando de una manera cada vez más intensa y definitiva sobre el entorno geofísico (51). No obstante, en la evolución existen importantes fenómenos reversibles, cíclicos, que parecen repetirse indefinida y uniformemente. Como cualquier fenómeno dialéctico, esos ciclos sólo aparentemente se repiten; nunca son iguales a sí mismos ni los ciclos geofísicos ni los biológicos, ni la circulación de la sangre, ni las mareas, ni las floraciones, ni las glaciaciones. Así, la muerte es un estadio de esos ciclos vitales. Las células también tienen sus ciclos y, en consecuencia, mueren. Pero si el organismo se compone de varias células, sobrevive aunque algunas de ellas mueran porque es relativamente independiente de ellas. El ser humano pierde cada año una masa de celulas cuyo peso es casi equivalente al de la totalidad del cuerpo. Las células mueren en un fenómeno natural (apoptosis), aunque en realidad son sustituidas por otras que contribuyen a renovar el organismo (51b). A su vez, el organismo muere pero no la especie a la que pertenece. La continuidad exige el cambio y el cambio resultaría impensable sin la continuidad. La sangre recorre todo el organismo poniendo en comunicación a sus diferentes partes (tejidos, órganos y células) siguiendo un circuito cerrado, ininterrumpido, y renovándose continuamente a sí misma, de manera que la sangre que penetra en el corazón no es la misma que sale de él. Es otro ejemplo gráfico de la esencia misma de los fenómenos biológicos. De ahí que la denominada ley de la replicación de Von Baer sea un poderoso instrumento de análisis en biología, como tantos otros de tipo analógico que son propios de esta ciencia, porque permiten comparar la dinámica evolutiva de las especies y los individuos: cada embrión reproduce la evolución de la especie de manera acelerada y resumida; el desarrollo individual replica cada una de las secuencias del desarrollo general que ha seguido la especie de la que forma parte a lo largo de su historia evolutiva; los rasgos más primitivos se forman primero y los más recientes vienen después. Las transformaciones que en la especie requirieron millones de años, se resumen y acortan en unas pocas semanas o meses de gestación (51c).

Vernadsky añadió, además, que la materia viva es ubicua: no existen regiones de la biosfera que no estén pobladas por seres vivos. En la actualidad se han encontrado bacterias incluso en las condiciones ambientales más extremas de temperatura, presión, acidez, etc. Los microbios ocupan el aire, el subsuelo y el agua; colonizan tanto el medio exterior como el interior: a finales del siglo XIX Antoine Béchamp demostró que también están en el interior mismo de los organismos superiores. Su capacidad de penetración es tal que además de habitar el interior de los cuerpos vivos, habitan también el interior de las células de esos mismos cuerpos. Incialmente la biología había supuesto que las relaciones entre los organismos vivos eran externas, como diversas formas de colaboración, tales como el comensalismo. En 1918 Paul Poirier demostró que eran mucho más íntimas y creó el concepto de simbiosis. No obstante, el descubrimiento de Poirier no ha sido reconocido sino hasta fechas muy recientes, gracias al empeño de Lynn Margulis.

El sueño de Pasteur fue una ilusión seudocientífica. No es posible eliminar la vida de ningún lugar de la biosfera. La pasteurización de la leche no acaba con las bacterias. Por más que el hombre se ha esforzado, ni siquiera en los quirófanos ha logrado crear un medio estéril. Tampoco es posible sacar a los microbios del medio interior que habitan dentro de otros organismos porque no son sólo externos sino internos a los organismos en los que están presentes.

La ubicuidad ha ampliado las fronteras dentro de las cuales la biología había concebido la vida y sus condiciones de existencia. Suponía que eran necesarias unas exigencias muy estrictas, fuera de las cuales los seres vivos no podrían subsistir (51d). Fue una extrapolación del entorno propio. Una vez roto ese esquema, las posibilidades de encontrar seres vivos fuera de la biosfera han crecido exponencialmente. En el universo hay muchas más regiones habitables de las que cabía esperar. En la misma Tierra es posible encontrar vida en cualquier lugar en el que se busque. Una de las grandes sorpresas del siglo XIX fue el descubrimiento de las bacterias “anaerobias”, que el oxígeno no era imprescindible para la vida. Sólo el agua parece condicionar la existencia de vida.

Consecuencia importante de la ubicuidad es que la materia inerte no es el único medio en el que se desenvuelven los seres vivos, es decir, que el medio es tanto abiótico como biótico y, por consiguiente, los seres vivos también son el hábitat unos de otros. El medio en el que se desenvuelven los seres vivos no está formado exclusivamente por las condiciones geofísicas sino también por otros seres vivos. A lo largo de su evolución la materia viva se ha convertido en una condición de sí misma y de su evolución. La interacción de las distintas formas materiales se debe complementar, pues, con una tercera modalidad:

materia viva ↔ materia viva

Desde 1900 las corrientes dominantes en biología vienen calificando de manera patológica la ubicuidad de los microbios, como un inconveniente o como una forma de "parasitismo". Dado que los microbios (virus, bacterias, hongos) fueron las primeras formas que adoptó la materia viva en su evolución, las formas superiores no hubieran podido surgir si tuvieran esa condición perjudicial. Por el contrario, los microbios constituyen uno de los motores más importantes de la evolución de los demás seres vivos, por lo que no pueden concebirse exclusivamente desde el punto de vista patológico o infeccioso. Desde Koch y Pasteur la microbiología se ha asentado, pues, sobre un fundamento que es erróneo por partida doble: el primero porque no se puede atribuir a los microbios una condición patógena y el segundo porque, como ya he expuesto, no existe un medio interno aséptico libre de ellos. No obstante, como en estos tiempos la ciencia también sigue modas, las bacterias patológicas han agotado su siglo de gloria y han llegado las probióticas, que inundan los mercados en las más amplias variedades de nutrientes para el hombre, las piscifactorías o los viveros. No ha habido respiro entre el consumo frenético de antibióticos y el de probióticos.

Las interacciones entre la materia inerte y la viva describen un camino que la biología tiene que recorrer en ambas direcciones. Tan erróneo es separar a la materia viva de la inerte como confundirlas a ambas, algo que algunas corrientes biológicas no han tenido en cuenta, normalmente considerando que la materia inerte es el medio, lo externo, mientras que la materia viva es el componente interno. Así, la "ley" de Malthus separa absolutamente a la población de sus alimentos, al ser vivo del medio del que forma parte o al hombre de la sociedad; en otras ocasiones se reduce la materia viva a la inerte, asimilando los fenómenos biológicos a los físicos e incluso a los mecánicos. La materia inerte y la viva interactúan constantemente en la biosfera; la materia inerte se transforma en materia viva, y a la inversa. Es el caso de un átomo de nitrógeno, que está pasando continuamente de su forma inerte ambiental, a integrar la materia orgánica, y luego el camino de regreso. Este ciclo se sucede cada año con miles de millones de toneladas de nitrógeno.

El largo debate histórico sobre la generación espontánea resume en sí mismo las diferentes concepciones sobre las interacciones entre la materia inerte y la materia viva, un debate que existe desde el mismo origen intelectual de la humanidad y que se polariza en torno al meterialismo y al idealismo. La concepción materialista fue defendida en la Antigüedad griega y romana por Demócrito, Epicuro y Lucrecio, siendo su exposición mejor conservada la obra de este último *De rerum natura*. La vida no ha existido eternamente sino que tiene un origen que está en la materia inerte y, más exactamente, surge de un tipo especial de átomos a los que Lucrecio llamó "semillas insensibles", es decir, inertes (51e). La vida es impensable sin la materia inerte porque ella también es un fenómeno material, es decir, también es materia en movimiento. No existen fenómenos vitales que sean inmateriales, la vida no se puede separar de los seres vivos concretos, de los invertebrados, las plantas o las bacterias, por lo que carece de sentido científico hablar del "aliento vital" u otras formas de movimiento puro. El empleo de ese tipo de nociones y otras, como la "continuidad de la vida", es corriente en biología y su origen es religioso: la vida eterna, la vida después de la vida, un paraíso en el que es posible la vida sin vida, es decir, sin cambios, sin acontecimientos, siempre igual a sí misma. Tan errónea como la eternidad de la vida es la concepción de su creación a partir de la nada, que es otra de las teorías que sostienen las grandes religiones monoteístas que, además, involucran en su surgimiento la intervención de un ente sobrenatural inmaterial. Las religiones, por lo tanto, consideran que la materia no tiene por sí misma capacidad de movimiento y de desarrollo, que necesita la intervención de fuerzas exteriores. Aparece así la figura imaginaria de un ser creador

situado por encima de la materia.

Los defensores de la creación divina del universo consideran que, por su mismo origen sobrenatural, la obra de dios es perfecta y, en consecuencia, que no puede cambiar sin empeorar, sin degenerar en algo imperfecto, en un monstruo. El creacionismo es sustancialmente estático, una versión religiosa del antiguo pensamiento eleático, que negaba el movimiento y el cambio. En ocasiones se caracteriza a la materia viva por su capacidad evolutiva, para diferenciarla de la inerte, como si ésta no cambiara: "El objeto material no tiene historia", afirma García Morente (51f). La materia aparece ahí metafísicamente separada en dos partes completamente diferentes de manera que una de ellas, la materia inerte, necesita de la otra, de la vida, para explicar las transformaciones que experimenta. Esta versión no niega el movimiento pero considera que por sí misma la materia está muerta y que la vida es justamente lo contrario de la muerte: la vida perdura, se mantiene a sí misma perpetuamente, fuera de los seres vivos en los que se materializa. Estas concepciones místicas contradicen la evidencia biológica: no sólo la materia inerte también cambia sino que su cambio más importante ha sido el de transformarse en materia viva. Ésta es la mejor prueba de la evolución de aquella. Por lo demás, la deriva de los continentes, los ciclos climáticos y otra serie de fenómenos geofísicos han demostrado hace tiempo que la materia inerte también tiene su historia.

La vida es materia transformada: surge de la materia y se desarrolla por su propio impulso. A esto se refería Espinosa cuando introdujo la noción de *natura naturans*, la idea de naturaleza en continuo proceso de cambio. El tipo de vínculos existentes entre la materia inerte y la materia viva también ha suscitado múltiples discusiones a lo largo de la historia de la ciencia, que se pueden resumir en otras dos corrientes ideológicas erróneas con especial incidencia en la biología: por un lado, el mecanicismo que reduce toda la materia (incluída la materia viva) a materia inerte y, por el otro, el hilozoísmo, una forma de animismo que dota a toda la materia de vida, es decir, que considera que toda la materia está animada. Pero para que se pueda dar cualquiera de esas formas de reduccionismo, aparentemente tan enfrentadas, primero se tiene que separar a la vida de las demás formas materiales, algo en lo que ambas corrientes coinciden. A veces en los manuales de física la dicotomía se presenta erróneamente como una contraposición entre la masa (materia) y la energía (inmaterial), una dicotomía errónea que luego se traslada a la biología en esa misma forma errónea que equipara la vida a una energía abstracta, una entelequia que no responde a las leyes de la física y, posiblemente, a las de ninguna otra ciencia. Cuando los conceptos se exportan de una ciencia a otra, permanecen allá en el mismo estado en el que se adquirieron, es decir, no siguen la dinámica de su lugar de procedencia. Es el caso de la dualidad entre materia y energía, una versión transfigurada por la física renacentista de la contraposición entre materia y movimiento.

Después de la demostración de Galileo de la caída de los cuerpos, la física se encaminó hacia la adquisición del concepto de energía. Galileo demostró que los cuerpos caen a la misma velocidad con independencia de su masa. La fuerza parecía, pues, separada del cuerpo, la *vis viva* de la *vis inertiae*, lo que permitió a Newton medir la fuerza por su manifestación, el movimiento, la causa por el efecto. Pero esto era sólo una parte del planteamiento porque, al mismo tiempo, Galileo introdujo también el concepto de ímpetu (cantidad de movimiento), que era directamente proporcional a la masa, mientras que Newton, por su parte, demostró posteriormente que cuando un cuerpo experimenta una variación en su cantidad de movimiento (que denominaba *motu*) es a causa de la actuación de una fuerza, llamada impulso. En la dinámica clásica es siempre un impulso exterior el que provoca el movimiento o, por mejor decirlo, una variación en la cantidad de movimiento del cuerpo.

Además, Newton utilizaba el concepto de masa en un doble sentido, lo que ha creado otra ambigüedad parecida. Por un lado, la masa medía la inercia de un cuerpo, construyendo así un concepto que vinculaba los cuerpos al reposo y a cualquier forma de resistencia al desplazamiento. Por el otro, la masa era la medida de la cantidad de materia de un cuerpo. Los cuerpos sin masa eran aquellos espíritus puros que fluían sin rozamiento ni límite ninguno. Hasta el siglo XVIII esos fenómenos se estudiaban dentro de la mecánica, en un péndulo o en los choques. Con la máquina de vapor, el calor y la dilatación de los cuerpos, empezaron a aparecer las limitaciones intrínsecas de la

física clásica que, a lo máximo, era capaz de medir el calor, la temperatura, logrando diferenciar a ambos, pero ignoraba su naturaleza. La duda se planteó en su forma tradicional: el calor, ¿es materia o es energía?, ¿es una sustancia o es movimiento? Desde mediados del siglo XVIII Black, Lavoisier, Fourier, Laplace y Carnot sostuvieron que el calor era una sustancia, el calórico, aunque Bacon y Newton ya habían descrito al calor como movimiento, y Boyle y Lomonosov describieron incluso del calor como un movimiento originado por las moléculas que componen la materia.

Paralelamente Descartes ya había enunciado la ley de la conservación de la cantidad de movimiento y en 1745 Lomonosov la de la masa, de donde se desprende que el movimiento no se crea sino que se transmite de unos cuerpos a otros. Por lo tanto, realmente, a mediados del siglo XIX el verdadero descubrimiento no fue el primer principio de la termodinámica, que ya se conocía y que simplemente adoptó una nueva forma, más general. La aportación de Carnot, Mayer y Joule fue que el calor no era más que otra forma diferente de movimiento de la materia que se transfería de un cuerpo a otro, es decir, la generalización de una serie de fenómenos físicos que quedaron así interrelacionados gracias al nuevo concepto de energía. Lo que se transmite de un cuerpo a otro no es calórico ni ninguna otra sustancia, sino algo distinto, energía, una abstracción que la física define a veces como la capacidad para realizar un trabajo. Esta definición es muy restrictiva y llegó impuesta de nuevo por una necesidad cuantitativa resuelta de la misma forma ya expuesta: la de medir las causas a través de sus efectos o, incluso de una manera más precisa, a través de los cambios cuantitativos en los efectos. El trabajo es la medida de la energía y las unidades de medida de la energía son las mismas que las del trabajo. Pero la energía no es sólo la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo. Esta definición retiene su aspecto cuantitativo a costa del cualitativo. Lomonosov le dio un carácter mucho más general a la energía como una medida de la capacidad de movimiento, de cambio y de transformación de la materia. Esas distintas formas de movimiento son, además, intercambiables; el paso de una corriente eléctrica genera calor (efecto Joule) y, a su vez, el calor (la diferencia de temperatura), puede generar una corriente eléctrica (efecto Peltier). Si la energía no se crea ni se destruye, significa que sólo se transforma y se transmite de unos cuerpos a otros.

Al rechazar la transmisión de una sustancia como el calórico, parece que la energía es separable de la materia, lo cual es erróneo, como se encargaron de poner de manifiesto tanto Mayer como Joule: la cantidad de calor, lo mismo que la cantidad de movimiento o la fuerza de atracción gravitatoria, también es directamente proporcional a la masa. Todos los cuerpos, por el hecho de ser materiales, por su posición, su temperatura, su estructura electrónica, su composición química, están dotados de energía. La materia y la energía no son dos cosas distintas sino dos caras de la misma moneda; la energía, el movimiento, es inherente a la materia. No hay materia sin movimiento ni movimiento sin materia. Según las leyes gravitatorias, la fuerza de atracción es directamente proporcional a la masa y, de idéntica manera, la ley fundamental de la mecánica también vincula la fuerza con la masa ($F = m \cdot a$). A comienzos del siglo XX la física relativista cambió la forma de medir los fenómenos pero no la esencia de los mismos. La teoría de la relatividad también establece una equivalencia entre masa y energía en la ecuación $E = mc^2$ cuyo vínculo es ahí aún más estrecho. La conclusión es que ambas magnitudes miden el mismo fenómeno físico y en las mismas unidades de medida. Por eso en la física relativista la masa se mide en electrón-voltios, una unidad de energía. Al conocer la energía conocemos inmediatamente la masa. Hoy la física "no afirma una relación matemática entre dos cantidades diferentes, la energía y la 'masa'. Afirma más bien que la energía y la 'masa' son conceptos equivalentes. La energía es 'masa' y la 'masa' es energía" (52). Así es como se explica que partículas sin masa en el sentido clásico, como el fotón, respondan a los mismos fenómenos físicos (gravitatorios, efecto fotoeléctrico) que cualquier otro, es decir, que se trata de partículas materiales de masa nula en el sentido clásico. Por consiguiente, la masa no es la medida de la cantidad de materia.

A pesar de lo expuesto, algunas corrientes de la biología han seguido utilizando una concepción errónea de esas nociones físicas, conduciendo a numerosos equívocos. La materia no es (sólo) masa inercial ni la vida es (sólo) energía. Que la materia inerte cambie no significa que tenga vida. La

vida es una forma específica de movimiento de la materia que es propia exclusivamente de los seres vivos y no se puede reducir a movimientos puramente mecánicos. La materia inerte se transforma siguiendo leyes (físicas, químicas, cosmológicas) que son diferentes de las que corresponden a la materia viva.

Al tiempo que Galileo introducía a la física por nuevos derroteros, el concepto de generación espontánea tomaba un nuevo aspecto en los médicos renacentistas: si en la Antigüedad clásica la teoría de la generación versa sobre del origen de la vida, a partir del siglo XVI versa sobre el contagio, un concepto desconocido hasta ese momento. Indudablemente los clásicos de la medicina conocieron las enfermedades infecciosas, pero nunca las atribuyeron a una infección. No conocían la enfermedad por contacto, ni la posibilidad de que pudiera transmitirse de ninguna forma de una persona a otra. En su obra sobre la peste en Atenas, el historiador Tucídides atribuyó su origen al envenenamiento de los pozos de agua. Galeno (131-201 a.n.e.) también escribió sobre el contagio como responsable de algunas enfermedades, pero esa parte de su obra no se incluyó en sus obras completas hasta el siglo XVI y apenas fue citada después porque su explicación de las enfermedades transmisibles no encajaba en la teoría del equilibrio entre los cuatro humores corporales. Las palabras latinas *contactu* e *infectio* traducen la griega "miasma", que tiene un sentido diferente en Hipócrates: la miasma es porquería, suciedad. La teoría miasmática formaba parte de la teoría humoral. Las epidemias del mundo antiguo no se atribuían al contacto personal sino al hecho de compartir el mismo medio pútrido: agua fecal, aire tóxico o alimento en mal estado. El paludismo es la enfermedad de las paludes o lagunas de las tierras bajas y la malaria la del mal aire.

Esta teoría miasmática creó un equívoco en torno a la generación parecido al de las jirafas de Lamarck: lo que Lucrecio propuso como una ilustración gráfica de un fenómeno natural, se adoptó de una manera sustancial. A diferencia de Aristóteles, los materialistas de la Antigüedad (Demócrito, Epicuro, Lucrecio) nunca sostuvieron que los seres vivos procedieran de miasmas, de la materia en descomposición. Lucrecio puso ese ejemplo para ilustrar una teoría de alcance general: la vida procede de átomos o "semillas insensibles", es decir, de la materia inerte. La teoría materialista defendió y defiende la abiogénesis, mientras que la generación por corrupción corresponde a Aristóteles, quien diferenció dos aspectos: la generación como sucesión temporal (continuidad) y la generación como procedencia (discontinuidad). Por un lado, expresa el relevo y la sucesión de ascendientes a descendientes y, por el otro, el surgimiento de algo nuevo. En este segundo caso, dice Aristóteles, hay reciprocidad, "el retorno perpetuo de un elemento a otro, puesto que la corrupción de uno es la generación del otro" (52b). La autoridad de Aristóteles en la Edad Media propició el equívoco; identificó la teoría de la generación con la generación a partir de la corrupción.

Los médicos del Renacimiento fueron los primeros en promover aquella interpretación sesgada de Aristóteles. Hasta entonces el concepto de *semina rerum* había sido exclusivo del materialismo (atomismo), compartido con Aristóteles y la escolástica. Durante el Renacimiento los médicos italianos lo incorporan a las corrientes platonistas del siglo XVI a través de Marsilio Ficino. Los mismos conceptos pasan a ser compartidos por corrientes filosóficas muy dispares, lo cual explica su éxito. Las "semillas", como las mónadas de Leibniz, son la versión idealista del atomismo entre los platonistas de aquella época, una noción que tiene, además, un alcance general que sirve para explicar el origen de la "forma" o arquetipo y que encajaba, por lo tanto, con el hilemorfismo aristotélico, del cual derivaba la generación. Pero las "semillas" de los idealistas no son insensibles, como las de Lucrecio, ni son tampoco las de Aristóteles. Además, en su argumentario dichas "semillas" no son incompatibles con las mismas, por lo que se abre entonces una nueva línea de pensamiento: al tiempo que conservan el concepto de miasma como intoxicación colectiva procedente del medio, los médicos del Renacimiento introducen el *contactu* para explicar nuevas plagas como la sífilis, que fue la pesadilla de aquel momento. La medicina vinculó la generación espontánea al contagio, pasando a convertirse en una teoría de la transmisión (*seminaria contagiorum*), más que del origen de la vida. Aparece, pues, una nueva concepción, pero no se

abandonan las antiguas sino que se superponen a ellas, multiplicando la confusión. La nueva teoría del contagio incorpora en su explicación la vieja noción de las "semillas insensibles" procedente de la generación materialista. El mundo está lleno de "semillas" invisibles, divinas o celestiales (inmateriales), dotadas de la fuerza de su desarrollo posterior (*potentia generandi*). No es que sean seres vivos sino que se identifican con la vida misma: son gérmenes. Según el idealismo objetivo, el origen de las enfermedades contagiosas es el mismo que el de cualquier otra forma de vida; hay enfermedades espontáneas como hay también generación espontánea, las enfermedades no se crean sino que se transmiten.

El italiano Jerónimo Fracastoro (1478-1553) expresa el dualismo de la medicina renacentista al mantener la teoría corpuscular de las "semillas", que son gérmenes, es decir, se reproducen creando seres parecidos a sus progenitores. Por consiguiente, son materia viva. Por ello algunos lo consideran como el fundador de la microbiología en sus peores versiones, es decir, las defensoras del carácter patológico de los microbios (*contagium vivum*). Sin embargo, el pensamiento Fracastoro es irreductible e incoherente, una auténtica encrucijada, por varios motivos. El primero es que rinde tributo a la Antigüedad preservando el concepto de miasma en el que introduce un componente claramente materialista al concebirla como una especie de vapor o fluido sutil, invisible y oculto. Incluso se puede decir que Fracastoro utiliza indistintamente los términos "contagio", "miasma" y "virus", como se observa en su poema sobre la sífilis. Al hablar del tifus, dice que no es una enfermedad contagiosa, que no pasa de un enfermo a otro sino que se adquiere de la contaminación del aire. El segundo es que el médico renacentista dividió las enfermedades contagiosas en tres categorías: las que se transmiten por contacto directo, las que son transportadas por medio de vehículos materiales (*fomites*) y las que actúan "a distancia" (52c). A partir de aquí el carácter fundacional que hoy se le concede a Fracastoro no sólo le atribuye el descubrimiento de los microbios, sino también el de su carácter patógeno. Esto es erróneo en todos lo sentidos posibles, sobre todo si tenemos en cuenta que no hay constancia de que Fracastoro utilizara el microscopio, que se inventó en aquella época. No podía tener un punto de vista que sólo se ha adquirido en la actualidad. No sólo porque no colocaba la frontera entre lo vivo y lo inerte en el mismo punto que hoy, sino que ni siquiera podía suponer que existiera algo parecido a una frontera así. De ahí una parte de sus incoherencias. Cabe preguntar, por ejemplo, por la naturaleza de los *fomites* en Fracastoro y cómo ese concepto ha pasado al lenguaje científico actual (fómites en castellano), en el que prevalece su condición inerte, si bien como portadora de un organismo vivo, un microbio. Pero si Fracastoro podía defender la primera, nunca pudo identificarse con la segunda, tal y como hoy se expone. Lo que pretendemos es que un médico del Renacimiento responda a dudas que hoy nosotros no somos capaces de despejar. Hoy la microbiología duda si los virus son seres vivos o no. Pero en latín y, por consiguiente, hasta el siglo XIX, la palabra virus significaba "veneno", un componente tóxico, es decir, inerte. La fundación de la microbiología le dará el significado opuesto: el virus pasa a ser un agente biológico. Es el residuo de la vieja polémica que el Renacimiento abre: si todas o algunas de las enfermedades contagiosas son de origen tóxico o hay alguna causada por "semillas vivas", es decir, por microbios. Si el origen de las enfermedades está en los microbios, ¿cuál es el origen de los microbios? En definitiva, Fracastoro planteó un problema que se reproduciría tres siglos después bajo una forma distinta, las fermentaciones, dando lugar al nacimiento de la bioquímica.

El surgimiento de la vida y cualquier clase de movimiento de la materia, en general, es consecuencia tanto de cambios cuantitativos como cualitativos; los unos no pueden existir sin los otros. En la biología esta problemática se ha presentado bajo la forma de cambios graduales (continuos) o saltos (discontinuos) como si la existencia de unos obstaculizara la de los otros. Así Lamarck y Darwin sólo tenían en cuenta los primeros, mientras que Cuvier y De Vries sólo tenían en cuenta los segundos. Sin embargo, no es posible descomponer el movimiento en fases discontinuas sin tener en cuenta la continuidad, ni tampoco considerar exclusivamente la continuidad sin tener en cuenta la discontinuidad. En términos más de moda cabe decir que en la naturaleza los fenómenos son a la vez reversibles e irreversibles. El registro fósil acredita una

evolución no lineal sino ramificada, de manera que hay especies que desaparecieron definitivamente sin haber dejado continuación. También es posible asegurar que todas las especies actualmente existentes provienen de algún precedente anterior del cual, sin embargo, difieren cualitativamente, es decir, que lo continúan a la vez que lo superan. Que la evolución no sea lineal no significa que no existan eslabones que enlacen a unas especies con sus precedentes. No existen cambios cualitativos que no hayan sido preparados por otros de tipo cuantitativo, del mismo modo que no hay cambios cuantitativos que no conduzcan, tarde o temprano, a cambios cualitativos. Ambos son las formas en las que se produce el movimiento de la materia en general, y de la materia viva en particular.

La teoría del "reloj molecular" expuesta por Linus Pauling en 1965 ilustra el error de quienes sólo tienen en cuenta los cambios graduales y cuantitativos. Pauling creyó haber encontrado una técnica de datación suponiendo que cuando una especie se separaba en otras dos diferentes, las mutaciones se acumulaban progresivamente en los ácidos nucleicos y las proteínas, de manera que se observaría un mayor número de ellas a medida que transcurriera el tiempo. Cuantas más diferencias, más antigua sería la separación entre las especies. El método presupone que cada ácido nucleico y cada proteína tiene un ritmo de mutación diferente pero constante. Para estimar cuándo se han separado dos especies es necesario saber cada cuántos años se da una mutación. Sin embargo, el número de mutaciones de las moléculas orgánicas (ácidos nucleicos, proteínas) no es constante a lo largo del tiempo. No es posible calcular el tiempo transcurrido desde que dos especies se separaron de su ancestro común teniendo en cuenta los cambios en su composición de sus moléculas porque las mutaciones se aceleran en determinadas fases y se ralentizan en otras (53).

La larga polémica sobre los eslabones y cambios graduales atrae a la biología y a la materia viva las paradojas de Zenón sobre el desplazamiento, como es el caso de la teoría del "equilibrio puntuado" de Trémaux (54), Ungerer (55) y Gould (55b), es decir, la concurrencia en la evolución de largos periodos de estabilidad seguidos por repentinos saltos, como la explosión del Cámbrico, etapa en la que aparecen la mayor parte de las formas de vida hoy conocidas. Presentada de esa manera, la evolución biológica aparece a la manera de las viejas proyecciones cinematográficas de celuloide, como si el movimiento se pudiera descomponer en un número determinado de fotogramas; en su conjunto, al pasar de un fotograma a otro aparece una ilusión dinámica, pero en sí mismos los fotogramas son una imagen estática de la realidad, como si ésta pudiera detenerse en un momento dado de su curso y como si, además, el paso de un fotograma a otro siguiera siempre el mismo ritmo desde el principio hasta el final. Para su versión moderna del "equilibrio puntuado", Gould extrapoló los principios de la termodinámica, en donde los "estados de fase" se suceden unos a otros, saltando de una posición de equilibrio a otra sin importar el recorrido ni las transiciones intermedias. Sin embargo, para una teoría de la evolución, la biología necesita explicar las transiciones tanto -por lo menos- como los de estados iniciales y finales.

En apoyo de Gould, con su teoría de la formación de las células nucleadas, Margulis ha defendido el "equilibrio puntuado" ya que "no existe término medio": las células o tienen núcleo o no lo tienen. Teniendo en cuenta que las primeras se forman a partir de las segundas, sería un ejemplo de discontinuidad y salto evolutivo. Sin embargo, Margulis incurre en una contradicción, ya que esa tesis no se corresponde con su explicación de que la simbiosis fue un fenómeno evolutivo "serial" que recorrió cuatro etapas sucesivas y diferenciadas (56). En algunos de los cambios evolutivos resultaría extraño no encontrar el "término medio" entre dos de sus etapas; que no aparezca hoy no significa que no haya existido entonces. Este "término medio" no es otra cosa que el "eslabón perdido" de Darwin, sobre el que habrá que volver más adelante.

Esta polémica y otras parecidas que existen en la biología, tan actuales como el concepto de "complejidad", fueron planteadas y resueltas por Arquímedes (287-212 a.n.e.) en la matemática introduciendo el postulado de continuidad, que puede formularse de la siguiente manera: dados dos segmentos de distinta longitud, si calculamos su diferencia y se la sumamos a la mayor, siempre podemos sobrepasar cualquier magnitud. Puede recitarse más gráficamente diciendo que una magnitud que evoluciona de un valor a otro más alto, a lo largo de su recorrido toma todos los

valores intermedios entre ambos. Arquímedes aludía a dos valores extremos, siempre con el sobreentendido tácito de que tales extremos son comparables y, por tanto, se puede recorrer el trayecto entre uno y otro de manera que se pueden introducir, por ejemplo, las medias (aritmética, geométrica, armónica) entre ambos. El postulado de continuidad es, pues, un postulado también de la discontinuidad. A partir de entonces la matemática habla de magnitudes arquimedeanas (o no arquimedeanas) en referencia a si se pueden comparar o no. Las arquimedeanas se pueden comparar porque son homogéneas, pero hay otras incomparables, como el punto y la recta porque un punto no añade nada a una recta. Del mismo modo, hay magnitudes que nada añaden a aquellas otras a las que se unen y se las puede despreciar. El postulado de Arquímedes define matemáticamente el concepto de salto, de cambio cualitativo que en el siglo XIX Cauchy desarrolló con el concepto de "límite". Descubre que entre unas magnitudes y otras no sólo hay diferencias cuantitativas sino también cualitativas de manera que, precisamente a causa de ello, no se podían poner en relación ni comparar. En su obra "De la esfera y del cilindro", Arquímedes lo expresa con sumo cuidado: "Entre líneas desiguales, superficies desiguales y sólidos desiguales, la parte en la que la más grande sobrepasa a la más pequeña, sumada a sí misma es capaz de sobrepasar cualquier magnitud dada entre las que son comparables entre sí" (57). Si consideramos que el cero y el infinito son magnitudes, están entre las no arquimedeanas. Cuando una magnitud no se puede comparar con otra se dice que es infinita, es decir, infinitamente grande o infinitamente pequeña en relación con ella. A causa de ello no es posible calcular la media aritmética entre una magnitud finita y otra infinita, y entonces decimos que es infinita, que es otra manera de decir que no son comparables. Arquímedes estableció una teoría de la medida cuantitativa que impone como condición previa una definición cualitativa de lo que se pretende medir, lo cual no impide que aquello que no es posible medir, se pueda, no obstante, comparar analógicamente, como sucede al decir que un organismo pluricelular es "más complejo" que otro unicelular.

No sólo la teoría del "equilibrio puntuado" sino también los creacionistas se apoyan en lo que califican como "complejidad irreductible", es decir, en la existencia de órganos y organismos de los que no se conocen formas intermedias, que no pueden evolucionar de unos a otros. No hay un organismo vivo que sea intermedio entre uno unicelular y otro pluricelular y un órgano tan complejo como el ojo no presenta gradaciones intermedias. Es un punto de vista erróneo que Giordano Bruno criticó a finales del siglo XVI en la forma de una contraposición entre lo continuo y lo discontinuo (58). Luego Francis Bacon también volvió a criticarlo, poniendo el ejemplo de un edificio en construcción. El promotor de la obra que sigue la marcha de los trabajos acude una vez acabada la jornada laboral, observando que el edificio asciende en un sentido vertical, pero contempla la obra parada, a intervalos; aunque al compararla con la del día anterior, comprueba su progreso, sabe que las tareas han seguido su curso. Lo que no puede observar es lo que los obreros que la ejecutan sí saben porque siguen cada paso del proceso en su misma elaboración: que la construcción también sigue un curso desde arriba hacia abajo, que las grúas levantan primero los ladrillos del suelo y luego los depositan en las alturas, que el arquitecto dirige las tareas siguiendo unos planos y, finalmente, que también se levantan andamios paralelos a los muros que luego se retiran. Una vez levantado el edificio, éste es irreductible a los ladrillos, el hormigón y la ferralla con los que se ha construido, por no hablar de los andamios o los planos que ni siquiera podemos observar. Tampoco se puede aceptar que en la grabación de una sinfonía no haya intervenido ningún director de orquesta porque el mismo no emitió ningún sonido. Lo mismo ocurre con la partitura, la cual tampoco se escucha. Una sinfonía no se compone sólo de sonidos. Del mismo modo, a los niños los vemos ya nacidos, con sus ojos y a los peces con sus escamas y nos sorprende que una obra así haya tenido sus ladrillos y sus andamios. Si siguiéramos atentamente el desarrollo del embrión, también observaríamos que no hay ninguna "complejidad irreductible" y que los ojos nacen de las mismas células que dan lugar a la piel, aunque el ojo no se pueda reducir -ni siquiera comparar- con las células epidérmicas. Los fenómenos, decía Bacon, no hay que estudiarlos una vez elaborados sino en el proceso de su elaboración (58b). Más que las grabaciones, a la ciencia le interesa la música en directo; no sólo el conocimiento una vez adquirido, sino la manera en que se adquirió, a lo cual se debe añadir: y la manera en que se transmite.

Como los promotores inmobiliarios, las teorías del “equilibrio puntuado” y la “complejidad irreductible” no vinculan la discontinuidad a la continuidad sino que las enfrentan. En las etapas de equilibrio se eliminan los cambios, cuya presencia se reserva sólo para los saltos. Pero el movimiento no se puede descomponer en una sucesión de etapas, inmóviles cada una de ellas porque parece que los saltos se producen en el vacío, de manera imprevista, repentinos, cuando en realidad se prolongaron durante millones de años. La explosión del Cámbrico no fue un fenómeno instantáneo, como su denominación parece dar a entender. Gracias a la teoría de la relatividad hoy sabemos que la velocidad a la que se desarrolla cualquier acontecimiento no es infinita y, por lo tanto, que cualquier salto también es un proceso en sí mismo, una forma de transición más o menos dilatada en el tiempo. La explosión del Cámbrico se prolongó durante cinco millones de años aproximadamente: solamente se puede considerar como tal explosión de una forma relativa, en comparación con los 3.000 millones de años anteriores y los 500 posteriores. Estudiada a cámara lenta, la referida explosión aparecería como un larguísimo proceso en el que podríamos diferenciar, a su vez, varias etapas diferentes, cada una de ellas con sus transiciones respectivas. Por el contrario, en la teoría del equilibrio puntuado parece que durante las etapas de equilibrio sólo hay cambios cuantitativos, reproductivos, en los que unas generaciones son copias perfectas de las anteriores, de manera que las posteriores explosiones no parecen tener relación con ellos, es más, no parecen tener relación con nada, o se atribuyen a acontecimientos fantásticos, como los que describía Platón en el “Timeo”: incendios o diluvios apocalípticos, a los que hoy añadiríamos los meteoritos que “explican” la desaparición de los dinosaurios. Eso no significa que en la Tierra no se hayan producido catástrofes geológicas, meteorológicas o cósmicas; tampoco significa que esas catástrofes no hayan influido en los sistemas biológicos. Lo que significa es que, como decía el biólogo francés Le Dantec, la vida se explica por la vida misma, que ningún fenómeno biológico se puede explicar recurriendo únicamente a condicionamientos geofísicos, metereológicos o cósmicos, y mucho menos el origen y la extinción de la vida misma. Así, la aparición de la vida en la Tierra como consecuencia de su llegada en algún meteorito procedente del espacio (panespermia) no es una explicación del origen de la vida sino, en todo caso, de su transporte.

Las “explicaciones” catastrofistas que nada explican fueron características de la paleontología francesa de la primera mitad del siglo XIX, derivaciones de los cataclismos de Cuvier que se utilizaron profusamente para combatir las tesis transformistas -y gradualistas- de Lamarck. Su empeño era, pues, antievolucionista y se apoyaba en la ley de Steno: la evolución geológica había dejado un rastro de sedimentos sucesivos apilados sobre el terreno, cada uno de los cuales atestiguaba el origen y el final de una época histórica. Cada estrato constituía una prueba de la discontinuidad evolutiva y el salto repentino, mientras que la transición de uno a otro carecía de explicación, por lo que la paleontología retornaba a las catástrofes de Platón (59). Era una versión diferente -laica- del creacionismo bíblico, una teoría que es falsa, entre otras cosas, porque concibe la posibilidad de que surja algo de la nada, lo cual no es posible: *ex nihilo nihil fit*. La nada no evoluciona; todo lo que evoluciona empieza a partir de algo; la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma. De ahí la enorme confusión que introducen algunas obras científicas que ponen en su portada títulos tan poco agraciados como “De la nada al hombre” (60). A las concepciones creacionistas son asimilables también aquellas, como las mutacionistas, que defienden la posibilidad de que existan cambios o saltos cualitativos sin previos cambios cuantitativos. Como cualquier otra forma de materia, la vida también está en un permanente proceso de cambio cuantitativo y cualitativo que la Biblia expresó en su conocido mandato: creced y multiplicaos. El movimiento vital es la unidad contradictoria de ambos aspectos: un aspecto cuantitativo, la multiplicación, junto con otro cualitativo, el desarrollo. Ambos aspectos vitales son indisociables; la esencia de la vida es producción y reproducción. La producción expresa la creación o generación de lo nuevo, de lo que no existía antes, mientras que la reproducción es la multiplicación, el surgimiento de varios ejemplares distintos partiendo un mismo original. Ambos aspectos del movimiento biológico son indisociables, de modo que sólo se pueden separar analíticamente siempre que posteriormente se recomponga su unidad.

En sentido biológico, la generación es la unidad dialéctica del crecimiento y la multiplicación. Además de un vocablo con numerosas connotaciones biológicas (regeneración, degeneración), tiene también dilatadas raíces en la historia del pensamiento humano, no solamente bíblico sino en las concepciones filosóficas griegas, especialmente la aristotélica. Según Aristóteles la generación no parte de la nada sino de algo previo que ya existía con anterioridad; es una (re)creación, una transformación. En el siglo XIX esto fue asumido por la física como su principio más importante, el de la conservación de la materia y la energía: los fenómenos no surgen de la nada, la materia no se crea ni se destruye sino que se transforma. Al mismo tiempo, toda transformación es una generación porque aparecen formas nuevas de vida a partir de las ya existentes, en forma de saltos cualitativos. Hay simultáneamente creación y recreación: “Tiene que haber siempre algo subyacente en lo que llega a ser”, dice Aristóteles, que en otra obra desarrolló aún más su concepción: “Lo que cesa de ser conserva todavía algo de lo que ha dejado de ser, y de lo que deviene, ya algo debe ser. Generalmente un ser que perece encierra aún el ser, y si deviene, es necesario que aquello de donde proceda y aquello que lo engendra exista” (61). Lo que diferencia a la generación de las supersticiones acerca de la creación es que en ésta aparece algo milagrosamente de la nada, mientras la generación es una transformación (cuantitativa y cualitativa) de lo existente. El mito de la creación se agota en seis días, a partir de los cuales ya no hay nueva creación. Dios creó el mundo para siempre; a partir del séptimo día descansó y desde el octavo sólo ha habido transmisión o continuidad de una producción perfecta. Esta concepción bíblica ha tenido dos reediciones posteriores directamente dirigidas contra el concepto de generación:

a) a finales del siglo XVII la teoría preformista, que fue una reedición moderna de las homeomerías de Anaxágoras y de la teoría de las “semillas” del siglo anterior que el descubrimiento del microscopio reforzará. Una de las primeras aplicaciones del microscopio fue la materia viva; ante los ojos atónitos de los hombres aparecieron las “semillas”, hasta entonces invisibles, de las que habían hablado los médicos del Renacimiento, lo infinitamente pequeño. El nuevo instrumento de observación reforzó un espejismo científico que supuso el primer golpe contra el concepto de generación: la vida no se engendra sino que, como las enfermedades, se transmite, los seres vivos están programados por su forma desde el mismo momento de su aparición...

b) la hipótesis del gen, a su vez, es una reedición del preformismo correspondiente a 1900 y, por tanto, de la mística creacionista. Según la nueva astrología del Premio Nóbel Watson: “Antes creíamos que nuestro destino estaba escrito en las estrellas; ahora sabemos que está en los genes”. Los genes preexisten desde siempre y sólo se producen diferentes redistribuciones de ellos. La evolución es, pues, limitada, no hay nuevos naipes sino que cada partida se reinicia con idénticas cartas, después de barajadas. Se trata de un juego combinatorio pero ni hay más naipes ni hay nuevas figuras en cada baraja. Por su carácter creacionista las teorías mendelistas también son antievolucionistas

El preformismo es como las muñecas rusas: todo nuevo ser está contenido, ya en el óvulo, ya en el espermatozoide, antes de la fecundación. Como resumía Leibniz (1646-1716), uno de los defensores del preformismo: “Las plantas y los animales son ingenerables e imperecederos [...] proceden de semillas preformadas y, por consiguiente, de la transformación de seres vivientes preexistentes. Hay pequeños animales en el semen de los grandes que, mediante la concepción, adquieren un entorno nuevo que se apropian y en el que pueden nutrirse y crecer para salir a un teatro más grande” (62). Esta corriente tuvo defensores muy destacados, como William Harvey y Linneo, pero dos experimentos cruciales influyeron decisivamente en su consolidación. El primero lo llevó a cabo en 1668 Francesco Redi para desacreditar la generación aristotélica. El segundo fue el descubrimiento de la reproducción vegetativa en el pulgón por Charles Bonnet (1720-1793), una de las aportaciones más importantes a la biología. Apenas cabía imaginar un supuesto de preformismo más claro que la existencia de seres vivos que no necesitaban de otro para engendrar sino que lo hacían mediante una duplicación de sí mismos. Esto condujo a Bonnet a defender que la evolución no es la creación de algo nuevo, sino el simple crecimiento de partes preexistentes, de una totalidad orgánica que lleva en sí la impronta de una obra hecha de una vez y para siempre. Las

semillas son una especie de óvulos en donde todas las partes de la planta están diseñadas en miniatura. No hay producción de un ser nuevo, sino despliegue de un individuo ya constituido en todos sus órganos, que inicialmente aparece concentrado sobre sí mismo en la semilla o en el embrión.

Esta teoría conduce a la del encapsulamiento: si todo ser vivo está previamente contenido en la semilla de otro ser vivo en un estado microscópicamente reducido, deberá, a su vez, contener otros seres preformados aún más reducidos, y así hasta el infinito, de modo que en el ovario de la primera mujer o en las vesículas seminales del primer hombre debían estar encapsuladas -unas dentro de otras- todas las generaciones que han constituido y constituirán en el futuro a todos los seres humanos. Era una hipótesis mecanicista en la que, por primera vez, se separaban los cambios cualitativos de los cuantitativos, se aceptaban éstos pero no aquellos: no hay crecimiento sino sólo multiplicación (63). La preformación introdujo dentro de la ciencia la doctrina de la predestinación calvinista, según la cual el futuro también está ya contenido en el pasado, una ideología religiosa cuyas raíces se remontan a Agustín de Hipona y a Lutero, es decir, que será muy fácilmente asimilada, como tendremos ocasión de comprobar, en los países de cultura protestante, germana y anglosajona. Esta ideología está entre los fundamentos de la errónea hipótesis de los genes, de que la vida, en definitiva, es sólo una maquinaria de reproducción de lo idéntico que, a su vez, ha llevado a exacerbar la importancia del descubrimiento de la doble hélice en 1953 porque ofrece una explicación muy gráfica del modo en que procede la supuesta copia perfecta: cada una de las dos hebras de ADN se abre como una cremallera y engendra dos iguales a su precedente.

En el mandato bíblico era dios quien daba las órdenes, como si a los primeros humanos, por sí mismos, no se les hubiera ocurrido ni crecer ni multiplicarse. Esta concepción tiene su origen en Platón y Aristóteles, que adolecían de un vicio que arraigó profundamente en la ciencia occidental: el hilemorfismo, la separación entre la materia y el movimiento, que a veces se presenta como una separación entre la materia y la energía. Para cambiar, la materia no se basta a sí misma sino que necesita un primer impulso externo, esa “fuerza vital” que ha sido siempre el último refugio del misticismo seudocientífico. Los espíritus eran las “fuerzas” que desde fuera empujaban a las masas para que se desplazaran. El movimiento “puro” siempre se acogió a los conceptos más evanescentes de “fuerza” y hoy de “energía”. Como ponemos en movimiento nuestras fuerzas gracias a la voluntad, da la impresión de que la “fuerza vital” no se traslada de un sitio a otro, de un órgano a otro, sino que produce o crea movimiento (64). Es la variante biológica de la separación entre la materia y el movimiento, cuerpo y alma, materia y forma o materia y “mente”. La materia es inerte por sí misma y que las causas de sus cambios hay que buscarlas en aquellos conceptos históricamente imprecisos, como el alma, que han abierto las puertas a toda suerte de misticismos y que la ciencia ha repudiado reiteradamente. Según Aristóteles, los animales también tienen alma. Lo mismo que en otros idiomas, en castellano la palabra “animal” deriva de la latina *anima*, que hace referencia a lo que está animado, es decir, dotado de vida y de movimiento por sí mismo. Siempre se ha identificado a los seres vivos por su capacidad de movimiento, por el cambio, el crecimiento y el desarrollo constantes (65). Pero al separar al cuerpo del alma la metafísica consideró que el primero necesita del alma para moverse mientras que el alma se basta a sí misma. El aliento vital es ese soplo con el que dios infunde vida al barro con el que crea al primer hombre. El alma mueve al mundo pero el alma no se mueve, no cambia, no crece, no se desarrolla. A diferencia del cuerpo, el alma es inmortal y, además, autosuficiente: no necesita respirar ni alimentarse para sobrevivir eternamente. El cuerpo crece, se transforma y cambia, mientras que el alma se reproduce. El latín preservó esa dicotomía metafísica ancestral diferenciando entre el femenino *anima* y el masculino *animus* que se introdujo en la biología, donde el óvulo (parte femenina) es la materia inerte a la que el espermatozoide (parte masculina) insufla dinamismo; en las células el citoplasma es esa parte femenina inactiva cuya función es esencialmente nutritiva, mientras el núcleo es la parte masculina, activa, que necesita alimentarse de la anterior (*nature* y *nurture* respectivamente). De aquí deriva la noción vulgar de proteína que se ha impuesto en la actualidad como factor puramente nutritivo, cuando en su origen a comienzos del siglo XIX era el elemento formador, el componente sustancial

de los seres vivos. Un místico como Bergson destacó ese papel subordinado del cuerpo (*nurture*) frente al germen (*nature*): "La vida se manifiesta como una corriente que va de un germen a otro germen por mediación de un organismo desarrollado" (66). La "sociobiología" es más de lo mismo, una vulgaridad con pretensiones que copia la teoría de Bergson décadas después:

> En un sentido darwiniano, el organismo no vive por sí mismo. Su función primordial ni siquiera es reproducir otros organismos; reproduce genes y sirve para su transporte temporal [...]
>
> El organismo individual es sólo un vehículo, parte de un complicado mecanismo para conservarlos [los genes] y propagarlos con mínima perturbación bioquímica (67).

Con diferente formato, la teoría sintética repite la vieja metafísica idealista que sólo admite el alma, que pertenece a dios, y menosprecia la carne, el venero del pecado. El comensal es sujeto y la comida objeto. Es la diferencia entre pez y pescado llevada al extremo de que todo el pez -salvo sus genes- se ha convertido en pescado, un burdo pitagorismo que reduce los cambios cualitativos a cambios cuantitativos, que únicamente atiende a la reproducción porque el cuerpo es el hogar cuya tarea se limita a albergar, cuidar y engordar a los genes, movimiento puro. La semántica del idioma preserva esta dicotomía ancestral entre el alma y el cuerpo cuando atribuye a lo vegetativo una falta de dinamismo, una pasividad contemplativa. Se dice que alguien se dedica a la vida vegetativa o, si está en coma, que es como un vegetal. Es nuestro componente inferior; el superior, el verdaderamente importante, es el espíritu o, lo que es lo mismo, los genes.

La separación de ambos aspectos conduce al absurdo. Las divagaciones idealistas acerca de la vida hubieran resultado imposibles sin esa separación. Es el caso de Bergson, quien alude al movimiento sin objeto móvil, a la vida sin seres vivos: "En vano se buscará aquí, bajo el cambio, la cosa que cambia; si referimos el movimiento a un móvil, siempre es de un modo provisional y para satisfacer a nuestra imaginación. El móvil continuamente escapa a la mirada de la ciencia; ésta nunca ha de habérselas más que con la movilidad" (68). Sólo así es posible introducir abstracciones como el aliento vital y toda suerte de impulsos misteriosos que son capaces de lograr lo que -supuestamente- la materia no puede por sí misma: moverse, cambiar, desarrollarse. La vida son los seres vivos, sus órganos y su fisiología. No es posible hablar acerca de la vida y conocerla en profundidad más que a través de las formas concretas y materiales en las que se manifiesta, a través del metabolismo, la fotosíntesis, la respiración, la reproducción, etc.

De la bioquímica a la microbiología

No obstante su carácter idealista, el preformismo fue una consecuencia del mecanicismo propio de la época que, o bien era una mecánica del alma, o bien era una forma de reduccionismo. En cualquier caso, de la definición estaba ausente la especificidad de la propia vida, porque se introducía desde fuera o porque se equiparaba a la materia inerte.

Desde la Antigüedad en la biología idealista el alma ha sido una versión travestida del problema de la forma, que los médicos renacentistas replantearon con su teoría de las "semillas". El alma es la vida y la vida es movimiento. Un planteamiento científico de las relaciones entre la materia viva y la inerte no puede conformarse con poner de manifiesto el carácter material de la vida: la vida es materia pero no se puede reducir a materia inerte. El empleo de la expresión "materia viva" tiene la virtud de subrayar el origen de la vida en la materia inerte así como su aspecto material, es decir, que no hay en la vida nada ajeno o extraño a cualquier otra forma de materia. Ahora bien, la vida no se reduce a materia inerte porque sólo existe como materia orgánica, es decir, organizada o dispuesta de una forma especial. Como afirma Kedrov, "cada forma específica de movimiento posee su propio tipo de materia que le corresponde en el plano cualitativo, siendo aquella la forma (el modo) de existencia de éste". Esto es consecuencia de la unidad entre el contenido y la forma, concluye Kedrov (69), síntesis que supera las limitaciones del hilemorfismo aristotélico. Los

fenómenos vitales no se pueden reducir a fenómenos físicos porque la vida no aparece en cualquier disposición material sino exclusivamente en la materia orgánica, cuya complejidad supera -cuantitativa y cualitativamente- a la materia inerte. Por el contrario, la muerte descompone la materia orgánica, transformándola en materia inerte o, utilizando las palabras del fisiólogo alemán Johannes Müller: "La materia orgánica existente en los cuerpos orgánicos no se mantiene por completo sino en tanto que dura la vida de estos cuerpos" (70). La vida es, pues, el modo de existencia de la materia orgánica o, por expresarlo en las palabras de Engels: "La vida es el modo de existencia de los cuerpos albuminoideos, y ese modo de existencia consiste esencialmente en la constante autorrenovación de los elementos químicos de esos cuerpos" (71). Sólo hay vida donde hay materia orgánica y sólo hay materia orgánica donde hay vida. El estudio científico de la vida, la biología, sólo puede emprenderse a partir de las formas materiales específicas -orgánicas- que reviste y en ningún caso separado de ellas, como una entelequia abstracta.

Desde el campo materialista el preformismo suscitó variadas reacciones en el siglo siguiente que contribuyeron a perfilar la teoría de la generación en la manera en que hoy se entiende. La primera de ellas se produjo en 1721 cuando Montesquieu publicó sus "Observaciones sobre la historia natural", en donde aparece por vez primera el concepto de fermentación con el deliberado propósito de romper la ambigüedad renacentista y sustituir al concepto idealista de "semilla". La fermentación es un fenómeno material que engendra seres vivos mediante intercambios y nuevas combinaciones de sustancias: "El crecimiento de las plantas y la circulación de sus jugos son dos efectos ligados y necesarios de una misma causa, quiero decir, de la fermentación".

Buffon tuvo un eco mayor en la crítica del preformismo. Puede decirse que fue el primero en establecer una separación entre la materia viva y la inerte, que vincula al concepto capital de autoorganización. Buffon sigue la línea atomista de Lucrecio: los organismos se forman por el ensamblado de "partes orgánicas primitivas e indivisibles", por una relación de la materia consigo misma, por el intercambio entre los seres y, en definitiva, por la nutrición y la generación: "La asimilación que es una causa de muerte, es al mismo tiempo un medio necesario para producir lo vivo". Aunque no utiliza la expresión fermentación, sigue los pasos de Montesquieu: "No hay gérmenes contenidos hasta el infinito unos dentro de los otros, sino una materia siempre activa, siempre dispuesta a moldear, a asimilar y producir seres parecidos a los que la reciben [...] en tanto subsistan individuos la especie será siempre nueva, tanto hoy como lo fue hace tres mil años".

Estas tesis de Buffon tomarán un cariz materialista aún más claro por la influencia de la Ilustración, de Helvetius, D'Holbach y, singularmente, Diderot (1713-1784), quien en 1769 en su obra "El sueño de D'Alembert" acuñó la expresión "generación espontánea". Es a partir de entonces cuando la generación espontánea se convierte en la seña de identidad del materialismo en filosofía y el radicalismo izquierdista en las luchas políticas. Diderot también recurre a Montesquieu, insertando su teoría de la fermentación en un ámbito mucho más amplio, como una forma de movimiento de la materia. El movimiento es una "fermentación general del universo" y la fermentación explica la gestación de los seres vivos. No hay una primera causa, ni un primer motor, ni una forma preexistante; la fermentación es un automovimiento, afirma Diderot siguiendo al químico Macquer. Ese movimiento interno de las partes insensibles de un cuerpo se excita a sí mismo y de él surge una nueva composición de las mismas partes. La fermentación combina lo creativo (nutrición) con lo destructivo (fermentación). La generación no es espontánea porque no tenga causa sino porque su causa reside en sí misma (*causa sui*). Los ilustrados apelan al microscopio, observando en las levaduras de pan el incesante movimiento (que luego se llamará browniano) de los microorganismos que surgen en la fermentación: no sólo aparecían por sorpresa sino en un movimiento perpetuo.

Sobre la base del criterio de la Ilustración, en 1777 Buffon replantea sus tesis, aceptando el concepto de generación espontánea y en una línea más claramente materialista.

Otra reacción contra el mecanicismo del siglo XVII y su variante biológica, el preformismo, es la *Theoria generationis* Caspar Friedrich Wolff, escrita en 1759, que alumbra el concepto de

epigénesis, una forma nueva, más avanzada, de la generación en la cual la vida es una modalidad específica de movimiento de la materia orgánica. Wolff se apoyó en el estudio microscópico del crecimiento de los embriones, una novedad que fue seguida por Karl Ernst Von Baer (1792-1876), dando lugar al nacimiento de la embriología, la ciencia que estudiaba las características específicas del movimiento de la materia viva. Con ella el evolucionismo dio sus primeros pasos. Por consiguiente, como habrá ocasión de exponer más adelante, los intentos de la teoría sintética de suplantar a la embriología o, al menos, de arrinconarla, demuestran la raíz antievolucionista de la misma. Según Wolff, el embrión adquiere su forma definitiva de manera gradual. La teoría epigenética estudia el organismo en su movimiento, en su proceso de cambio, que sigue determinados ciclos o estadios sucesivos de desarrollo. Cada estadio se forma a partir del precedente por diferenciación. En consecuencia, cada estadio no está contenido en el anterior, como pretendía el preformismo. En el interior de los óvulos y espermatozoides sólo existe un fluido uniforme; después de la fecundación una serie de transformaciones progresivas -cuantitativas y cualitativas- dan origen al embrión a partir de una sustancia homogénea, que hoy llamaríamos "célula madre". Los órganos especializados se forman a partir de células sin especializar. Con esta noción Von Baer formuló una ley general de la embriología: la epigénesis procede de lo general a lo particular, comenzando por un estado homogéneo que va diferenciándose sucesivamente en partes heterogéneas. Esta concepción del desarrollo epigenético de la materia viva no es, por tanto, serial sino ramificada o arborescente, un claro antecedente de las tesis evolucionistas de Lamarck y Darwin. Como se puede apreciar, también es dialéctica y se concibe bajo la influencia del idealismo alemán, dando lugar a la aparición en Alemania de una corriente denominada "filosofía de la naturaleza".

De esta corriente -científica y filosófica a la vez- formó parte Goethe, para quien la preformación y la epigénesis representan, respectivamente, las tesis del fijismo (continuidad) y la variabilidad (discontinuidad). Paradójicamente su teoría de la metamorfosis de las plantas se apoya en la *metempsicosis corpurum* de Linneo. Goethe defiende la evolución, la variabilidad y rechaza la teoría de la preformación como "indigna de un espíritu cultivado". Pero su "Teoría de la naturaleza" no es unilateral sino dialéctica, lo que le permite matizar con enorme finura: el árbol no está espacialmente contenido en la semilla pero sí hay en ella una cierta predeterminación. Una explicación científica de la variabilidad de las formas y sus metamorfosis se debe complementar con el reconocimiento de la continuidad de los seres vivos. El cambio, pues, no excluye la continuidad (72). Ésta era la médula racional en la que el preformismo aportaba explicaciones realmente valiosas. La síntesis que Goethe lleva a cabo entre el preformismo y la epigenética demuestra su perspicacia y supera los derroteros hacia los que Von Baer trató de conducir la embriología.

En 1790 Kant en su obra "Crítica del juicio" delimita simultáneamente la materia inorgánica de la orgánica y expone una definición científica de "organismo" (organismo vivo naturalmente). Kant une y a la vez separa la materia orgánica de la inorgánica. Critica al hilozoísmo porque "el concepto de vida es una contradicción porque la falta de vida, inercia, constituye el carácter esencial de la misma" (74) y, por tanto, la materia inerte forma parte integrante de la vida: no existiría vida sin materia inorgánica. Pero la crítica de Kant va sobre todo dirigida contra el mecanicismo: un ser vivo "no es sólo una máquina, pues ésta no tiene más que fuerza motriz, sino que posee en sí fuerza formadora, y tal por cierto, que la comunica a las materias que no la tienen (las organiza), fuerza formadora, pues, que se propaga y que no puede ser explicada por la sola facultad del movimiento (el mecanismo)" (75).

Después del concepto de generación del materialismo antiguo, la aportación de Kant es la segunda pieza sobre la que se articula la biología. Su formulación permitió por vez primera separar al organismo de su entorno, pero manteniendo a la vez a ambos unidos. Kant define el organismo como una articulación de partes relacionadas entre sí y dotada de autonomía, la unidad de la diversidad (*unitas complex*) que recientemente se ha vuelto a poner en el primer plano de la biología: para Piaget el concepto de organización está en el centro de la biología, mientras que,

según Morin, es la noción “decisiva” (76). Esta concepción, efectivamente, fue un extraordinario progreso de la ciencia, cuyo lenguaje cambió definitivamente, apareciendo nociones capitales que no estaban en la medicina Renacentista. Abrió el camino a la teoría celular, al descubrimiento de la célula como unidad elemental de la materia organizada. La teoría de la generación espontánea también cambió sus conceptos, transformándose en la discusión sobre la manera en que la materia se organiza a partir de sus componentes inorgánicos, así como sobre su descomposición o fermentación.

La teoría de la autoorganización de Kant quebró la separación religiosa entre el creador y su criatura, que es la manera con la que algunos aún se siguen refiriendo a los seres vivos. Por el contrario, la autoorganización es una de las varias nociones biológicas capitales que Kant recupera (77) de la ciencia renacentista y, más exactamente, de Giordano Bruno. Significa que todo organismo reúne ambas condiciones, es creador y criatura. Si la mística medieval había desviado el acento hacia el creador y a mediados del siglo XIX el positivismo lo trasladó hacia la criatura, Bruno sostuvo que esa dualidad es falsa, que la creación es la unidad del creador y su criatura, es decir, autoorganización: los seres vivos se crean o se generan a sí mismos. De esta manera, dice Cassirer, Bruno realizó una aportación decisiva a la concepción científica de la materia viva:

> La naturaleza no se ofrece como el puro móvil frente al supremo motor, sino que más bien es un principio que mueve interiormente, que forma originalmente. Esta capacidad de autoformación y autodespliegue le presta el sello de lo divino. No es posible pensar a Dios como una fuerza que actúa desde fuera y como motora acciona de una manera extraña, sino que se halla comprometido en el movimiento y presente inmediatamente en él. Este género de presencia, de actualidad, es el que corresponde a lo divino y lo único digno de ello (78).

La autoorganización es una facultad característica de la materia orgánica en virtud de la cual, los seres vivos forman una unidad frente al entorno, son reactivos e interdependientes respecto a él; es lo que explica, además, la individualidad característica de cada uno de ellos: cada ser vivo es diferente y reacciona diferenciadamente del entorno.

Esa capacidad de autoorganización se observa en la regeneración de las pérdidas y lesiones que padece la materia orgánica, un fenómeno que a partir de aquella época empezó a llamar la atención. En 1686 Thévenot presentó una memoria a la Academia de Ciencias de París sobre la amputación de la cola a una lagartija verde. En 1712 Réaumur expuso es aquel mismo foro el caso de la regeneración de las pinzas de los cangrejos de río. Pero lo más chocante fue el descubrimiento de Abraham Trembley en 1740 de la capacidad de la hidra de agua dulce para regenerarse completamente a partir de sus partes seccionadas. Las heridas cicatrizan y las fracturas óseas se sueldan. Los seres vivos no sólo se generan a sí mismos sino que también se (re)generan por sí mismos a lo largo de su vida, porque son capaces de transformar la materia inorgánica de su entorno en materia orgánica similar a la suya propia (“intosuscepción”). La materia inorgánica no sufre pérdidas, ni experimenta alteraciones sustanciales, ni tampoco podría repararlas como hacen los seres vivos (79). Son estos -y sólo ellos- los que crean (y recrean) vida.

Por eso los fenómenos biológicos se rigen por sus propias leyes que, en su conjunto, no se pueden reducir a las de la física o la química. En cuanto la materia viva procede de la materia inerte, en ella existen procesos físicos y químicos equiparables a los de ésta pero subordinados a las leyes biológicas dominantes porque los seres vivos no son un conglomerado disperso de reacciones bioquímicas sino una *unitas complex*, la unidad en la complejidad. Desde su aparición sobre la Tierra, los seres vivos han demostrado una fantástica capacidad expansiva, generando formas orgánicas de materia cada vez más complejas a partir de otras más simples: de las células procariotas a las eucariotas, de los seres unicelulares a los pluricelulares, etc. La evolución expresa, pues, un recorrido de organización y complejidad crecientes para la cual Aristóteles acuñó el concepto de generación. Aunque se pueden observar importantes fenómenos destructivos, en su conjunto la evolución de la materia viva es un proceso esencialmente creativo, generador de

diversidad, de variación y de cambio.

En biología el concepto de generación está en oposición a las teorías de la continuidad de la vida o biogénesis, un remedo de las supersticiones acerca de la vida eterna y la inmortalidad del alma. Según las teorías de la continuidad la vida procede de la vida; no habría sido creada por dios sino que existiría desde siempre. Algunos manuales universitarios de genética comienzan así precisamente, por la continuidad de la vida y la explicación de la vida como un fenómeno continuo. Basta sustituir las palabras "plasma" o "genes" por la de alma, para retroceder dos mil años en el túnel del tiempo. La nueva mística mendelista asevera que "el plasma germinal es potencialmente inmortal", que "todo organismo procede de la reproducción de otros preexistentes" y que "la biogénesis se eleva de la categoría de ley corroborada por los datos empíricos a la de teoría científica". Ahora bien, otro de los dogmas que la biogénesis quiere cohonestar con el anterior es el de que nada tiene sentido en biología si no es a la luz de la evolución, aunque el manual que comentamos nada argumenta para fundir ambos principios (80), que son radicalmente incompatibles. La teoría de la continuidad de la vida, como el animismo, no explica su origen sino que lo presupone. La vida no tiene origen porque la materia inerte no existe; toda la materia es materia viva. La vida no nace sino que se transmite de unos cuerpos a otros. Platón sustituyó el problema del origen por el problema de la transmisión. Los médicos del Renacimiento, por influencia de Platón a través de Marsilio Ficino, desarrollaron la teoría del contagio sobre esta noción. En torno a la continuidad de la vida hay organizadas varias sectas oscurantistas, entre ellas la de Monod, para quien la vida podría ser eterna porque hay una "perfección conservativa de la maquinaria" animal; pero en el funcionamiento molecular se van produciendo "errores" que se acumulan fatalmente (81). Es un nuevo ropaje para la vieja mística de la inmortalidad. En la ciencia de la vida la muerte desempeña un papel capital, por más que desde que Comte impusiera su veto no se mencione casi nunca. Algo falla en las enciclopedias cuando siempre se habla de la vida pero no de la muerte, de la evolución pero no de la involución, de la generación pero no de la extinción. A lo máximo algunos biólogos aluden a la senectud, a los intentos de curar las enfermedades y prolongar la vida, pero nunca a su destino inexorable, que es la muerte, la contrapartida dialéctica de la vida: "La vida es el conjunto de funciones que resisten a la muerte", escribió Bichat a comienzos del siglo XIX en un manual que contribuyó a fundar la fisiología moderna (82), lo que debe conducir a recordar una evidencia de perogrullo: sólo se mueren los organismos vivos. La vida, pues, no es una entelequia, una abstracción al margen de las formas materiales en las que se manifiesta y nada como la muerte demuestra la vinculación indisoluble de la vida a la materia orgánica, la unidad dialéctica de todas las formas de materia, así como su carácter concreto y perecedero. La muerte convierte a la materia viva en materia inerte y, al mismo tiempo, ésta es necesaria para la vida. No sólo no habría vida sin materia orgánica sino que tampoco la habría sin materia inerte: sin azúcares, oxígeno, grasas, agua, fotones o sales minerales. La muerte es imprescindible para la continuidad de la vida y, sin embargo, es el fenómeno necesariamente ausente en todos los planteamientos místicos acerca de la vida porque pretenden presentar a ésta como causa y nunca como efecto: la vida es consecuencia de un determinado grado de evolución de la materia. En la vida, pues, hay continuidad pero también hay discontinuidad. Goethe refería un *stirb und werde*, un proceso continuo de degeneración y regeneración. En esta misma línea Engels sostuvo lo siguiente: "Ya no se considera científica ninguna fisiología si no entiende la muerte como un elemento esencial de la vida, la negación de la vida como contenida en esencia en la vida misma, de modo que la vida se considera siempre en relación con su resultado necesario, la muerte, contenida siempre en ella, en germen. La concepción dialéctica de la vida no es más que esto. Pero para quien lo haya entendido, se terminan todas las charlas sobre la inmortalidad del alma. La muerte es, o bien la disolución del cuerpo orgánico, que nada deja tras de sí, salvo los constituyentes químicos que formaban su sustancia, o deja detrás un principio vital, más o menos el alma, que entonces sobrevive a todos los organismos vivos, y no sólo a los seres humanos. Por lo tanto aquí, por medio de la dialéctica, el solo hecho de hablar con claridad sobre la naturaleza de la vida y la muerte basta para terminar con las antiguas supersticiones. Vivir significa morir" (83). Por su parte, Waddington afirmó que es la muerte la que logra que la evolución no se detenga: si cada

individuo fuera inmortal no habría espacio para otros ensayos de nuevos ejemplares y variedades. La muerte de los individuos deja lugar para la aparición de nuevos tipos susceptibles de ser ensayados; es el único camino para evitar el estancamiento evolutivo y, en consecuencia, forma parte integrante de la evolución (84).

El concepto de autoorganización de Kant impulsó el avance de la química "orgánica" y de la teoría celular que, a su vez, plantearon de una forma diferente la generación espontánea, una tesis que entró entonces en su tercera fase: la de las fermentaciones. En la actualidad los manuales de microbiología aseguran que la generación espontánea fue una tesis cuya falsedad Pasteur demostró precisamente entonces "de una vez por todas" (85). Nada más lejos de la verdad que ese tipo de demostraciones tan concluyentes, sobre todo en un capítulo de la biología, como el de la generación espontánea, que sigue envuelto en la niebla más inextricable a causa -precisamente- de su prematuro funeral. Pasteur no avanzó absolutamente nada respecto a Fracastoro. Un par de aclaraciones es más que imprescindible para tratar de arrojar algo de luz a este asunto. En primer lugar, hay que recordar que, como ya he expuesto, la teoría de la generación espontánea no aludía a la transformación de la materia inerte en materia viva, como habitualmente afirman los manuales, sino a la transformación de la materia viva en descomposición en materia viva emergente, es decir, a la transformación de una materia viva en otra. La vida, los microbios, surgían de la putrefacción y descomposición de la materia orgánica (detritus, fermentación) y, además, ese fenómeno se producía de manera súbita o instantánea, es decir, espontáneamente, por sí mismo. El salto cualitativo de la materia al transformarse en materia viva es el más importante de todos, tanto que resultó de muy difícil asimilación. De ahí que muchos pensadores imaginaran que la materia viva procedía de otra materia viva en descomposición. La generación espontánea, por consiguiente, no es equivalente a la abiogénesis.

En segundo lugar, como también he argumentado antes, la más superficial consulta de la medicina renacentista muestra que la tesis de la continuidad de la vida no está enfrentada a la generación espontánea, como aseguran hoy los manuales (86). Más bien al contrario, ambos han tenido siempre una relación muy estrecha, aunque hoy se presenten como opuestas. Como escribió Oparin: "La teoría de la generación espontánea y la teoría de la continuidad de la vida están basadas en el mismo aspecto dualista de la naturaleza. Ambas teorías parten exclusivamente de la misma concepción de que la vida está dotada de absoluta autonomía, determinada por principios y fuerzas especiales aplicables únicamente a los organismos, y cuya naturaleza es radicalmente diferente de la de los principios y fuerzas que actúan sobre los objetos inanimados" (87). A partir del siglo XVII se impone el aforismo latino *Omne vivum ex ovo* según el cual la vida surge del huevo, la vida no desaparece totalmente con la muerte sino que se transmite, resurge de eso que no ha muerto de una manera definitiva. "Un ser que perece encierra aún el ser", decía Aristóteles en la cita que he recogido antes, una tesis idéntica a la de Leibniz: no existe ni generación "entera" ni muerte "perfecta" porque la naturaleza no salta, el alma se traslada a otro cuerpo poco a poco, etc. (88). Según Buffon "la materia de los seres vivos conserva después de su muerte un resto de vitalidad". Las partes vivas, las últimas moléculas orgánicas, es lo último que desaparece tras la muerte del cuerpo y luego pasan a otro cuerpo. De esa concepción surgen los velatorios y otros ritos funerarios ancestrales que dejan transcurrir un cierto tiempo antes de proceder a la incineración o el entierro: la muerte no es un acto instantáneo sino que existe un proceso intermedio en el que la vida agoniza o se extingue paulatinamente. Era como las llamas que reavivan antes de que el fuego se extinga completamente. En algunos biólogos del siglo XIX ambas teorías -generación espontánea y y continuidad- siguen apareciendo asociadas, como en el alemán Treviranus, que presenta la materia orgánica como indestructible: podía cambiar su forma pero no su esencia (89). A mediados del siglo XIX la teoría de la continuidad se comenzó a imponer, entre otros motivos (religiosos, filosóficos y políticos) por la interpretación que Virchow expuso de la teoría celular: *Omne cellula e cellula*. Las células son como las semillas para los médicos renacentistas: no sólo tienen vida sino que tienen vida "por sí mismas", es decir, con independencia del organismo del que forman parte e incluso del medio del que también forman parte. A lo largo de la historia los científicos sostuvieron la

generación espontánea de una manera tan unánime precisamente porque era un elemento común a corrientes tan opuestas como el materialismo y el idealismo. Lamarck restringió su alcance: criticó la teoría "de los antiguos" y sostuvo que sólo los infusorios (bacterias, protozoos, móneras) surgen por generación espontánea (90). La teoría de Darwin también dependía de la generación espontánea (91). Como la mayor parte de los científicos de aquella época Darwin era partidario de la teoría de la generación. Después de que el descubrimiento de la fermentación demostrara que el origen de la vida no se podía producir espontáneamente en la manera que hasta entonces se había supuesto, seguía confiando en que alguien pudiera demostrarlo: "Sería muy importante para nosotros", le confió a Haeckel en una carta redactada el 25 de setiembre de 1873. En otra carta a Joseph Hooker escrita dos años antes, utilizaba la expresión *warm little pond*, un "charco de agua caliente", para describir las condiciones ambientales en las que podrían haber aparecido los primeros seres vivos, un medio líquido y cálido. Su teoría del "charco de agua caliente" no es más que una nueva versión de la teoría de la generación, de las miasmas de Fracastoro. Aún en 1886 Béchamp mantenía una de las últimas reliquias de las "semillas" de la medicina renacentista: no todas las partes de un organismo vivo mueren al mismo tiempo, en un cadáver no todo está muerto. ¿Qué es lo que permanece vivo, lo que resiste a la muerte, lo vivo *per se*? Las microzymas, responde Béchamp (92), seres vivos subcelulares.

A mediados del siglo XIX las fermentaciones toman el lugar de las miasmas, la putrefacción y las enfermedades. Por lo tanto, la misma cuestión, la generación espontánea, pasa de la medicina a la bioquímica, adoptando una terminología diferente. Se habla de orgánico e inorgánico, forme e informe, pero la cuestión es la misma: ¿cuál es la causa de la fermentación? La pregunta nace de la confluencia de varios intereses económicos. En especial el crecimiento de las ciudades planteó el problema de la conservación de los alimentos, impedir su fermentación. Antonio Haro ha explicado así el transfondo económico y político de la controversia sobre las fermentaciones en el siglo XIX:

> Las raíces sociales de la obra de Liebig y Pasteur sobre las fermentaciones se concentran en el rápido desenvolvimiento de la revolución industrial que requería el aumento de la producción de alimento no sólo a través del mejoramiento de las técnicas agrícolas sino por la aplicación del conocimiento científico a la producción industrial, de forma que la química empezó a penetrar en las industrias del azúcar de remolacha y de la fermentación en general. Como resultado de todo ello aumentó considerablemente la necesidad de entender los cambios químicos de la materia viva. Si no se aprecia este transfondo social resulta difícil de entender la trascendencia histórica del gran debate que se produjo a lo largo del siglo XIX acerca de la naturaleza de la fermentación, que tanto contribuyó a la transformación de la química fisiológica en bioquímica moderna. Otro factor importante en esta controversia lo constituyen los sentimientos nacionalistas derivados del creciente antagonismo franco-alemán y que se exacerban con el conflicto franco-prusiano, llegándose a hablar de la 'teoría vitalista francesa' y de la 'teoría alemana' (92b)

La fermentación no era espontánea sino consecuencia de algo que actuaba sobre la sustancia fermentable. En el proceso se observó un desdoblamiento porque aparecía un elemento activo y otro inactivo. ¿Ese elemento activo era materia orgánica o inorgánica? Los microbios, ¿son la causa o la consecuencia de la fermentación? Kant había separado lo orgánico de lo inorgánico y muchos habían construido una muralla infranqueable en torno a esa separación. ¿Dónde estaba la frontera entre uno y otro? En 1828 Whöler sintetizó la urea y la muralla se tambaleó. ¿Existía realmente tal muralla? Como suele suceder las corrientes se fueron agrupando en torno a las distintas respuestas posibles. El punto de vista de Berzelius y Liebig fue la de los médicos de la Antigüedad, una teoría inorgánica según la cual los fermentos son sustancias solubles, es decir, materia inerte. Berzelius calificó a su teoría de la fermentación como "acción de contacto" y la de Liebig fue considerada como "comunicación del movimiento". Por el contrario, la teoría de Henle, Pasteur y Koch es la del *contagium vivum*, que pasó a formar parte de las corrientes vitalistas. Según ellos, tanto la

fermentación como la enfermedad tienen su origen en la acción de agentes vivos, tales como microbios, hongos o levaduras.

La brecha entre la bioquímica de la medicina permitió seguir alimentando la confusión en una materia, ya bastante confusa de por sí, que el descubrimiento de nuevos fermentos inorgánicos en lugar de cerrar, fue abriendo cada vez más. En 1833 Payen y Persoz descubrieron que una diastasa, un fermento soluble (α-amilasa), causa la hidrólisis del almidón. Moritz Traube en 1858 y Marcellin Berthelot en 1860 propusieron una síntesis entre ambas corrientes, según la cual la fermentación no la producen directamente los seres vivos sino sustancias químicas inertes que, a su vez, son secretadas por seres vivos. Posteriormente se fueron descubriendo cada vez más fermentos solubles, que en 1876 Kühne llamará "enzimas". Cada vez se aislaban más enzimas capaces de desempeñar la misma función catalizadora sin necesidad de organismos vivos. Aquel mismo año Frédéric Alphonse Musculus descubrió la ureasa, una enzima que desencadena la fermentación amoniacal de la orina en ausencia de cualquier organismo vivo. Sin embargo, aunque las enzimas inorgánicas fueron ganando cada vez una importancia mayor, lo evidente era que los microbios también estaban presentes en la fermentación, lo que dio lugar a la teoría de Béchamp, según la cual en las fermentaciones intervienen seres vivos, a los que denominó microzymas, con capacidad catalítica.

En este campo Pasteur no descubrió nada y sus concepciones son incoherentes y erróneas. Aunque a veces reconoció la función independiente de las enzimas, en general sostuvo cerrilmente que "la fermentación es la vida sin aire" y que su origen estaba en la acción de agentes vivos: "El fermento no es una sustancia muerta [...] es un ser cuyo germen viene del aire" (92c). Pasteur no limitó su error a la bioquímica sino que lo extendió a la medicina, aplicándolo al contagio y a las vacunas, que es en el que obtuvo sus mayores triunfos publicitarios: las enfermedades contagiosas están causadas por microbios patógenos exteriores al organismo. Ellos son la causa y no el efecto. Además, criticó a Toussaint porque en su opinión un microbio muerto no podía causar efectos sobre el organismo al vivo que se le inocula. Su postura fue calificada de "vitalista" por Berthelot, con quien entró en una dura polémica. Tras la muerte de Claude Bernard, Berthelot insistió en publicar un escrito inédito suyo sobre la fermentación, que apareció en la *Revue scientifique* de 20 de julio de 1878, en el que se pronunciaba contra Pasteur. Bernard había llevado a cabo varios experimentos sobre la fermentación, de los que concluyó que era posible en ausencia de materia viva porque existen sustancias inorgánica que tienen la propiedad de descomponer a otras en elementos más simples. Pasteur respondió con 14 comunicaciones dirigidas a la Academia entre julio de 1878 y febrero de 1879 afirmando que la tesis de Bernard era una reedición de la generación espontánea y concluyendo con la defensa a ultranza de su errónea tesis. En los debates de aquella época los unos acusaban a los otros de lo mismo, de defender la generación espontánea, que se había convertido en un arma arrojadiza.

Dos años después de la muerte de Pasteur, en 1897, Eduard Buchner aisló una enzima de la levadura que llamó "zymasa", lo que le valió el Premio Nóbel en 1907. Su discurso de recepción se tituló "Fermentación sin células". Pasteur no tenía, pues, razón y toda su obra necesita una evualuación en profundidad que sólo muy recientemente se ha iniciado y que se debe llevar a cabo tanto en su aspecto analítico como en el sintético, tanto *in vivo* como *in vitro*. La conclusión conduce a poner de manifiesto la incoherencia interna de determinados aspectos de su pensamiento, empezando por su criterio acerca de la generación "llamada espontánea". Según el químico francés, la generación "llamada espontánea" es uno de los problemas fundamentales, junto con la evolución, de la filosofía natural. Pasteur sigue el recorrido histórico de los científicos que le han precedido en la polémica, analiza tanto sus argumentos como su metodología experimental (o la falta de ella). Su propio criterio al respecto es consecuencia de un amplio recorrido intelectual seguido con tenacidad. Su tarea investigadora recorre un sendero de reflexión sobre los vínculos entre la materia viva y la inerte, lo que él califica a veces como los principios activos y los inactivos. Aunque habla de la existencia de una "barrera" entre ambos, la primera "barrera" de la biología, lo hace de una manera bien diferente a la que luego impuso Weismann de manera metafísica. Hay una barrera entre la materia inerte y la vida, dice Pasteur, pero la misma no es de carácter absoluto. La "pasteurización"

de la leche es un ejemplo de la posibilidad de influir sobre la materia viva modificando sus condiciones ambientales de existencia, en este caso la temperatura. La vacunación es otro ejemplo de lo mismo.

En ninguno de sus escritos Pasteur defiende la continuidad de la vida, una concepción que le resulta ajena por completo. Aunque la tesis se ha generalizado, es erróneo sostener que no hay más alternativa a la generación espontánea que la biogénesis, que los experimentos de Pasteur demostraron la tesis de la continuidad de la vida (93) o que Pasteur era partidario de esa teoría. Nunca se pronuncia a favor o en contra de los que defienden la generación espontánea sino que pone de manifiesto un punto de vista propio, una tercera propuesta según la cual la generación no se produce de la manera en que hasta la fecha habían pretendido los autores que la venían defendiendo, no tenía relación con la fermentación, no procedía de la descomposición. No fue fácil romper el binomio aristotélico que desde antiguo había ligado la generación a la degeneración. La asociación era tan fuerte que Béchamp reconoce que su concepción giró cuando descubrió que la vida no es una putrefacción (93b). Como reconoció Rostand: "Cuando Pasteur, con sus admirables experimentos, demuestra la presencia de un germen en el principio de toda producción viva, no llega por ello a la conclusión de que la generación espontánea es absolutamente imposible. Se limita a afirmar que ésta no se produce en las condiciones habituales de su laboratorio" (93c). También Graham (93d) y el mexicano Jesús Kumate han observado este posicionamiento de Pasteur, diametralmente opuesto al que hoy se le imputa: "Nunca afirmó que la generación espontánea no ocurriera, todavía en 1878 escribió: 'Busco la generación espontánea sin descubrirla desde hace 20 años. No, no la juzgo imposible'" (93e). La generación espontánea no es un fenómeno analítico, pero ¿puede ser un fenómeno sintético?

Como era tradicional en el debate, Pasteur no se conforma con añadir una hipótesis más sino que la apoya en la experimentación científica. Pero el objetivo de esos experimentos no era demostrar que la tesis de la generación espontánea era falsa, sino todo lo contrario, que era factible incluso *in vitro*. Se trataba, pues, de fundamentar empíricamente la abiogénesis. Los experimentos y tesis de Pasteur van, pues, mucho más allá del aspecto puntual de la crítica a la generación espontánea. No solamente no defiende la continuidad de la vida sino que es un precursor de la abiogénesis de Oparin, Reich (94), Haldane y Bernal, así como de los experimentos de Stanley Miller y Harold Urey de 1953: "Yo he sido el primero en imitar a la naturaleza en sus métodos y en establecer una armonía de hecho entre los productos naturales y artificiales". Es justamente en este contexto en el que Pasteur sentencia: "la vida es el germen y el germen es la vida" (95), algo que significa lo contrario de lo que los comentaristas pretenden, porque no hay una una barrera absoluta ni entre la materia orgánica y la inerte, ni tampoco entre los fenómenos naturales y los artificiales.

Las claves de su pensamiento se remontan a 1847, cuando descubre la quiralidad, lo que él califica como "disimetría" molecular. Según Pasteur, lo que diferencia a la materia inerte de la viva es que ésta se compone de moléculas disimétricas. Su segunda etapa empieza en 1860 cuando expone su teoría de la fermentación y su crítica de la generación "llamada espontánea". La tercera aparece en la conferencia que pronuncia en la Sociedad de Química de París el 22 de diciembre de 1883, donde el problema aparece planteado, además, de una manera que concierne a la propia metodología científica. Si en la etapa anterior la fermentación describe la des-composición, en 1883 el trayecto vuelve sobre sus pasos para intentar una re-composición de laboratorio: ¿es posible imitar a la naturaleza creando artificialmente moléculas disimétricas? Esa "imitación de la naturaleza" no sólo es una defensa de la teoría de la generación, de la abiogénesis, sino un decidido empeño por llevarla a cabo en un laboratorio mediante síntesis química. Aunque Pasteur no lo reconocerá, está influenciado por Berthelot, quien en plena euforia micromerista, cuando la ciencia únicamente se preocupaba por el análisis, habla de síntesis, una síntesis a la vez teórica, práctica y metodológica. Por su parte, Pasteur la replantea en sus dos formas posibles: los motivos por los cuales las moléculas orgánicas que caracterizan a los seres vivos son quirales y la manera en la que se puede imitar ese fenómeno natural en un laboratorio. Si las moléculas orgánicas son disimétricas es porque sobre ellas actúan "fuerzas cósmicas disimétricas", tales como solenoides, luz polarizada,

campos magnéticos y otros. La disimetría separa a la materia vida de la orgánica y, al mismo tiempo, las une porque interaccionan, se influyen mutuamente de tal manera que la disimetría orgánica es fruto de un universo también disimétrico. Para derribar *in vitro* la barrera entre la materia inerte y la viva durante mucho tiempo Pasteur se esforzó por producir en el laboratorio moléculas orgánicas con disimetría molecular mediante la introducción de fuerzas disimétricas. Por consiguiente, lo que Pasteur intenta demostrar en su laboratorio es la abiogénesis, la teoría de la generación, que no se produce espontáneamente de la manera que habían supuesto hasta entonces sus partidarios. Si en el laboratorio la síntesis sólo ha sido capaz de crear moléculas simétricas es porque no ha puesto en juego fuerzas disimétricas. A pesar de los intentos, la barrera no se ha superado, pero se puede superar; sólo hay que lograr poner en funcionamiento fuerzas disimétricas. Dado que eso es factible, Pasteur va mucho más allá al plantear una hipótesis en forma de interrogante: ¿cuál sería el devenir de los gérmenes si pudiéramos reemplazar en ellos los principios inmediatos (albúmina, celulosa) por sus principios disimétricos inversos? Si fuéramos capaces de responder a esa pregunta -dice Pasteur- descubriríamos la generación espontánea y, por consiguiente, podríamos "elaborar los productos esenciales para la vida".

Como cualquier otra forma de movimiento, la vida es una unidad de contrarios, la unidad de la vida y la muerte y la unidad de la materia viva y la materia inerte. Esos contrarios interaccionan entre sí, se transforman unos en otros permanentemente. A lo largo de su vida y con el fin de preservarla, los organismos transforman la materia inerte en su contrario por medio del metabolismo, la fotosíntesis y otros procesos fisiológicos. Una vez muerto el organismo vivo, la materia orgánica entra en un proceso de descomposición que la aleja de la vida y la convierte en materia inerte. La muerte devuelve la vida a su punto de partida, transforma la vida en materia inerte. El origen de la vida arranca con el carbono y acaba con la carbonización. Cabe concluir, pues, que si la teoría de la generación espontánea era falsa, la de la continuidad de la vida lo es aún más. En este sentido, decía Engels, los experimentos de Pasteur eran inútiles porque es una ingenuidad "creer que es posible, por medio de un poco de agua estancada, obligar a la naturaleza a efectuar en veinticuatro horas lo que le costó miles de años" (95b).

Por consiguiente, a pesar de su descubrimiento, el propio Pasteur nunca negó que la materia viva procediera de la inerte y siempre se manifestó contrario a la separación entre ambos tipos de materia. Quizá se hubiera entendido mejor su posición sobre este punto si se hubiera analizado su concepción de la enfermedad, que él comparó con las fermentaciones para defender que tampoco existían las enfermedades espontáneas. Como la muerte, la patología es un fenómeno característico de la vida: sólo enferman los seres vivos. La quiebra de la generación espontánea, pues, no sólo no acarrea la de la generación aristotélica sino que confirma que se trata de la única concepción acorde con la ciencia. Como tantas otras hipótesis científicas equivocadas, desempeñó un papel fundamental en el desarrollo de la biología y aún hoy envuelve un núcleo racional de enorme alcance: plantea la cuestión del origen de la vida, un interrogante no resuelto que alimenta no sólo las más diversas concepciones religiosas sino también erróneas tesis en el interior de determinadas concepciones científicas.

De la generación cabe decir lo mismo que de la explosión del Cámbrico. Por más que se deban utilizar estas expresiones para aludir a los saltos cualitativos que la naturaleza y la vida experimentan, por contraposición a otro tipo de cambios, tales modificaciones súbitas nunca aparecen repentinamente sino que en sí mismos son otros tantos procesos y transiciones cuya duración puede prolongarse durante millones de años. En la mayor parte de los fenómenos biológicos intervienen catalizadores (enzimas), una de cuyas funciones consiste precisamente en acelerar los procesos. Pero por más que una transformación bioquímica se acelere, ninguna de ellas se produce instantáneamente, ni siquiera en las células, donde su duración se mide en ocasiones por millonésimas de segundo. La cinética química es una disciplina que, entre otras cuestiones, estudia la velocidad a la que se producen las reacciones químicas y tiene establecido, además, que dicha velocidad no es constante a lo largo de la transformación y que depende de varios factores: la presión, la temperatura, la concentración de los reactivos, la concentración del catalizador, etc. Eso

significa que entre el principio y el final de cualquier reacción química existen transiciones y situaciones intermedias en las que se forman sustancias que ni estaban al principio ni aparecerán al final. Por ejemplo, el vino obtiene su alcohol de la fermentación del azúcar (glucosa) de la uva pero no de una manera instantánea sino después de doce reacciones químicas intermedias catalizadas cada una de ellas por una enzima diferente.

Toda mutación, salto cualitativo o explosión (o extinción) biológica es un proceso más o menos dilatado en el tiempo. El origen de la vida, como el origen del hombre y el de cualquier especie son saltos cualitativos prolongados a lo largo de millones de años a través de fenómenos intermedios, de transición encadenadas unas a otras. Si con los registros fósiles descubiertos hasta la fecha el inicio de la hominización puede remontarse a cinco millones de años, es fácil conjeturar que el origen de la vida fue un proceso aún mucho más dilatado en el tiempo.

La teoría de la continuidad de la vida conduce a una articulación externa y mecánica entre lo inerte y lo vivo o, en otros casos, a una disolución de la biología en el viejo arquetipo de las “ciencias naturales”. La crisis de la tesis de la generación espontánea no sólo no refuta sino que confirma la noción de generación y, por tanto, la del origen de la vida, un origen que únicamente puede buscarse en la materia inorgánica. La generación espontánea sostenía una determinada forma en que la materia inerte se transforma en vida. Que ese salto no se produzca de esa forma no significa que no se produzca o, en otras palabras, que la generación no sea espontánea no significa que no haya generación, que la vida no surja de la materia inerte. No surge de la forma que se había pensado hasta mediados del siglo XIX pero surge indudablemente, por más que hasta la fecha no se sepa cómo: “Aún hay incógnitas por resolver”, concluye Pasteur (97).

Es importante tener en cuenta que la teoría de la generación no es sólo una concepción, la única científica, acerca de la aparición de la vida en el universo entero o sobre la tierra, un debate en el que la generación aparece como un fenómeno insólito, un caso único rodeado de misterio. Es bastante más prosaico: una vez aparecida, la vida se caracteriza por (re)crear vida constante y cotidianamente sin ninguna clase de intervención divina. Eso es la intosuscepción, la epigénesis, el metabolismo y demás funciones fisiológicas de los seres vivos. De manera reiterada la materia inerte se está transformando en materia viva. Aquel origen primigenio de la vida se repite cada día.

La maldición lamarckista

La biología es una ciencia de muy reciente aparición, incluído el nombre, creado por el alemán G.R.Treviranus y por el francés J.B.Lamarck que data de 1800 aproximadamente. Desde su mismo origen su propósito fue el de apartarse de las “ciencias naturales”, destacando la singularidad de un objeto de estudio distinto: la vida. Se trata, por consiguiente, de un descubrimiento decisivo: el de que la vida se rige por leyes diferentes de las que rigen para las demás formas materiales. De este modo, los esfuerzos por reducir los fenómenos biológicos a fenómenos mecánicos no constituyen ningún avance sino un retroceso respecto a la fundación misma de la biología en 1800. Las dificultades para articular las relaciones entre la materia inorgánica y la orgánica fueron evidentes desde el principio y se pueden apreciar en el propio Lamarck, quien para destacar la originalidad de la nueva ciencia, tiende a destacar la originalidad del objeto de la biología aludiendo al “hiatus” inmenso que hay entre ambas formas de materia y definiendo la vida por oposición a la materia inerte (98), que algunos han confundido con vitalismo para defender la tesis opuesta. Pero conviene poner de manifiesto que el “hiatus” que Lamarck establece entre la materia inorgánica y la orgánica no se compadece bien con su teoría de la generación espontánea, una contradicción que arrastra la biología desde su mismo nacimiento. Si la materia viva es tan diferente de la inerte, ¿por qué ambas se componen de los mismos elementos químicos? ¿Cómo es posible que la materia viva surja a partir de la inerte? ¿Por qué se está (re)creando permanentemente vida a partir de la materia inerte? El interrogante no concierne sólo al origen de la vida sino, como veremos, al concepto mismo de vida.

La nueva ciencia de la vida nace con un carácter descriptivo y comparativo que trata de clasificar

las especies, consideradas como estables. A diferencia de otras y por la propia complejidad de los fenómenos que estudia, está lejos de haber consolidado un cuerpo doctrinal bien fundado. No obstante, la teoría de la evolución, que es eminentemente dialéctica, está en el núcleo de sus concepciones desde el primer momento de su aparición. La teoría de la evolución transformó a la biología en una "historia natural" y, por tanto, obligada a explicar una contradicción: el origen de la biodiversidad a partir de organismos muy simples. ¿Cómo aparecen nuevas especies, diferentes de las anteriores y sin embargo procedentes de ellas? A partir de mediados del siglo XIX la biología empieza a utilizar la expresión "herencia" con un nuevo sentido biológico (99). Primero tuvo un significado nobiliario (feudal), luego económico (capitalista) y finalmente biológico (imperialista). Pero, según la teoría sintética, la esencia del fenómeno es idéntica: cuando se hereda una casa cambian los propietarios pero no la casa, de la misma manera que en la herencia biológica cambian los cuerpos pero no los genes (100). Se trata del retorno a un nuevo preformismo, una concepción claramente antievolucionista que Mayr ha calificado de herencia inflexible, expresada de formas diversas según los diferentes autores, pero siempre de manera muy contundente: "No hay nada en el hijo que no exista ya en los padres" (101). Carrel lo afirma de una forma parecida: "Nuestra individualidad nace cuando el espermetozoide penetra en el huevo" (102). Pero en su estrecho dogmatismo, quien va mucho más lejos es Mayr, que lo considera un axioma: en cada división celular, asegura, la reproducción del plasma germinal es "precisa y fiel" (103). Por ello, añade Mayr, "el material hereditario permanece inalterado de generación en generación, de no cambiarse por mutación" (104). El nuevo significado de la palabra "herencia" remarca, pues, la continuidad, es decir, la identidad de una generación con la precedente, empleando expresiones tales como "copia perfecta" o "papel de calco". Fue la primera trampa en la que incurrió la biología y de la que aún no ha salido: suponer que los descendientes "heredan" algo biológico de sus ascendientes, es decir, que hay algo idéntico en ambos que no cambia y, por consiguiente, que nunca cambiará, que es capaz de perpetuarse a lo largo del tiempo. Pero además de eso la herencia tiene que explicar su contrario, la discontinuidad, el surgimiento de nuevas especies. Por eso, con acierto pleno, Lysenko alude a la genética como la ciencia que estudia la herencia y la variabilidad de las especies, dos fenómenos que están estrechamente unidos. No basta aludir a la variedad de especies sino que es necesario que esa variedad sea permanente, esto es, heredable, de manera que se transmita de generación en generación. A partir de la discontinuidad la biología tiene que volver a explicar la continuidad.

Un ejemplo lo constituyen un tipo especial de células madre (*stem cells* en inglés), las células hematopoyéticas de las que se genera la sangre, que son capaces de dividirse asimétricamente, dando lugar a dos células diferentes, una idéntica a su progenitora, que preserva su condición multipotencial, y otra distinta que se diversifica en cada una de las células maduras que componen la sangre: eritrocitos, linfocitos, granulomonocitos y plaquetas.

La variabilidad siempre fue uno de los quebraderos de cabeza de la biología por un planteamiento metafísico equivocado. No tiene sentido preguntar por las causas de la variabilidad porque son inherentes a la evolución. Lo realmente interesante sería realizar la pregunta inversa a los preformistas: ¿cómo es posible una copia perfecta? Como la naturaleza no conoce dos seres vivos idénticos, la pregunta carece de todo sentido. El concepto biológico de "herencia", pues, es una vaga metáfora para aludir a la reproducción. Los descendientes no son iguales a sus ascendientes sino que los copian o los imitan, es decir, se parecen y no se parecen al mismo tiempo, se parecen en algunos rasgos y difieren en otros. De ahí se desprende que la reproducción no es un puro mecanismo cuantitativo, de multiplicación de varios ejemplares iguales partiendo de un mismo original, sino cuantitativo y cualitativo a la vez.

La diferenciación celular es una contradicción similar a la anterior, un fenómeno que Bertalanffy calificó de "misterioso" (105). A partir de una misma célula las sucesivas se desarrollan de manera divergente. No sólo se crean más células sino células distintas pertenecientes a órganos también distintos. Los cambios cuantitativos van acompañados de cambios cualitativos. A veces a este fenómeno se le denomina "morfogénesis", una denominación antigua en la que parece como si se tratara de una mero cambio de forma de la células. La duplicación celular supone también el

surgimiento de nuevas funciones fisiológicas y transformaciones bioquímicas profundas. Si un embrión fecundado se replicara a sí mismo en otras dos células idénticas, no aparecerían órganos diferenciados como el riñón o el cerebro. El problema de la diferenciación celular está, pues, unido al de la síntesis de proteínas específicas en el transcurso del desarrollo embrionario. En el desarrollo del embrión a partir del mismo huevo indiferenciado que se multiplica, aparecen células de distintos tipos, individualizadas, especializadas e integrando tejidos y órganos. Lo genérico se diversifica, la cantidad se transforma en cualidad, lo uniforme se convierte en multiforme. Las células que se multiplican no se amontonan de una manera abigarrada sino en torno a ejes de simetría (arriba y abajo, izquierda y derecha, delante y detrás) creando animales como las estrellas de mar. Lo diferente surge de lo idéntico. De ahí podemos deducir que la herencia no es un puro mecanismo de transmisión sino un acto de verdadera creación; es reproducción y producción.

El crecimiento vegetativo de los organismos vivos es diferencial, en el sentido de que no todas las partes crecen en la misma proporción y en el de que se produce una especialización de unas partes respecto de otras: “La evolución es en gran parte un hecho de crecimiento diferencial”, escribe el paleontólogo Georges Olivier (106). Así, en relación al hombre, la masa cerebral de los australopitecos era una tercera parte. El crecimiento cuantitativo del cerebro de los homínidos a lo largo de la evolución dio lugar a un cambio cualitativo: su lateralización. En los homínidos es la parte izquierda del cerebro la que controla el lenguaje. Este hemisferio cerebral, además, dirige el lado derecho del cuerpo. Nueve de cada diez personas son diestras mientras que los simios actuales emplean ambas manos con la misma destreza. Los hemisferios cerebrales (izquierdo y derecho) de los chimpancés no están especializados de la misma forma que los de los homínidos. El estudio de las primeras herramientas de piedra fabricadas por los homínidos indica que la mayor parte de ellas fueron talladas por individuos más hábiles con su mano derecha. Por consiguiente, cabe suponer que su cerebro ya empezaba a especializarse en determinadas funciones llevadas a cabo por determinadas zonas de éste.

A su vez, como bien destacó Lamarck, la producción y la reproducción no son cosas diferentes sino la unidad dialéctica del mismo fenómeno biológico: la multiplicación proviene de un exceso de crecimiento (107). El mandato bíblico de crecimiento y multiplicación era uno solo o, como escribió Linneo, *principium florum et foliorum idem est*: los mismos principios que explican el crecimiento vegetativo explican también la multiplicación cuantitativa. La fertilidad llega después de un cierto tiempo de desarrollo vegetativo del organismo, es decir, que los cambios cualitativos abren el camino a los cambios cuantitativos y éstos, a su vez, conducen a los anteriores. Si un organismo no madura no puede tampoco reproducirse. No existe ningún abismo entre *nature* y *nurture*. En el embrión la multiplicación cuantitativa de las células da lugar a su especialización cualitativa en un proceso de desarrollo por fases contrapuestas: unas, predominantemente multiplicativas, son imprescindibles para aquellas otras predominantemente diferenciales. En los homínidos, la prolongación de la etapa de crecimiento vegetativo tiene su correlativo en el retraso en la maduración reproductiva.

Goethe supo explicar este fenómeno en las plantas de una forma magistral. El poeta alemán las estudió no sólo en su crecimiento vegetativo sino en sus metamorfosis, en sus cambios cualitativos a partir de la semilla. Sostuvo que los distintos órganos provenían de la expansión o contracción de un órgano primitivo, el cotiledón u hoja embrional. La conclusión de Goethe es la siguiente: “Desde la semilla hasta el máximo nivel de desarrollo de las hojas del tallo, hemos observado primeramente una expansión; después hemos visto nacer el cáliz en virtud de una contracción, los pétalos en virtud de una expansión, los órganos reproductores, en cambio, en virtud de una contracción; muy pronto la máxima expansión se revelará en el fruto, y la máxima concentración en la semilla. A través de estas seis fases, la naturaleza completa, en un proceso continuo, la eterna obra de la reproducción sexual de los vegetales”. Definió el crecimiento como “una reproducción sucesiva, y la floración y la fructificación como una reproducción simultánea”. En su desarrollo las plantas se comportan de dos maneras contradictorias: “Primeramente, en el crecimiento que produce el tallo y las hojas, y después en la reproducción que se completará en la floración y la fructificación.

Observando más de cerca el crecimiento, vemos que se continúa de nudo a nudo y de hoja a hoja y, proliferando así, tiene lugar una especie de reproducción distinta a la reproducción mediante flores y frutos -la cual sucede de golpe en cuanto que es sucesiva, o sea, en cuanto que se muestra en una sucesión de desarrollos individuales. Esta fuerza generativa, que se va exteriorizando poco a poco, resulta bastante afín a aquella que desarrolla de una vez una gran reproducción. En diversas circunstancias, se puede forzar a la planta para que crezca siempre, como se puede también acelerar su floración. Esto último sucede cuando prevalecen en gran cantidad las savias más puras de la planta, mientras que lo primero tiene lugar cuando abundan en ella las menos refinadas".

Por lo tanto, la evolución no concierne únicamente a las especies (filogenia) sino a los individuos de cada especie (ontogenia), que también tienen su propio ciclo vital, es decir, que también tienen su propia historia: nacen y mueren. En biología el significado evolutivo de los conceptos está marcado en muchos de ellos, vigentes o desaparecidos, con los que se ha tratado de explicar la cuestión trascendental del origen: proteína, protozoo, protoplasma, etc. El título de la obra cumbre de Darwin era precisamente "El origen de las especies", es decir, su comienzo, que debe completarse con el final de las especies, es decir, los registros fósiles. La muerte recrea la vida; ésta no es sólo una multiplicación cuantitativa sino un cambio cualitativo. No habría nueva vida sin la muerte de la antigua. De aquí que el tercer concepto básico de la biología es la transformación de las especies, la manera en que unos seres vivos desaparecen para dar lugar a otros diferentes.

Para explicar la evolución Lamarck siguió la pista del viejo concepto aristotélico de generación que él reconvierte en transformación, de manera que en el siglo XIX sus tesis fueron calificadas de "transformismo", sustituido luego, a partir de Herbert Spencer, por el de "evolución". En Lamarck la clasificación de los seres vivos no es sólo geográfica sino que, con el transcurso del tiempo, los seres vivos trepan por una escala progresiva de complejidad cuya cúspide es el ser humano. Es una concepción genealógica en donde si bien los organismos simples aparecen por generación espontánea, los más complejos aparecen a partir de ellos. El punto de partida de la evolución es, pues, la generación, el origen de la vida, que empieza -pero no se agota- con los seres más simples entonces conocidos, a los que Lamarck llamó infusorios. La unión de la generación a la transformación en la obra de Lamarck incorpora la noción materialista de vida, en donde no existe una intervención exterior a la propia naturaleza, ni tampoco una única creación porque la naturaleza está (pro)creando y (re)creando continuamente: "En su marcha constante la Naturaleza ha comenzado y recomienza aún todos los días, por formar los cuerpos organizados más simples, y no forma directamente más que estos, es decir, que estos primeros bosquejos de la organización son los que se ha designado con el nombre de generaciones espontáneas" (109). La materia viva se mueve por sí misma, se (re)crea a sí misma y se transforma a sí misma. La creación, pues, no es un acto externo sino interno a la propia materia y al ser vivo; no tiene su origen en nada sobrenatural sino que es una autocreación: "La Naturaleza posee los medios y las facultades que le son necesarios para producir por sí misma lo que admiramos en ella", concluye Lamarck (110).

La generación es sucesiva, es decir, que contrariamente a los relatos religiosos, las especies no han aparecido simultáneamente en la misma fecha. Cada especie tiene una fecha diferente de aparición y, por lo tanto, una duración diferente en el tiempo. Una vez aparecidas, las especies cambian con el tiempo porque, como acto de verdadera (pro)creación, a cada momento la generación desarrolla algo nuevo y distinto, modificaciones que simultáneamente "se conservan y se propagan", es decir, son venero de biodiversidad. Esta idea fue recogida por el botánico soviético Michurin, cuando sostuvo que la naturaleza alumbra una infinita diversidad y nunca repite (111). Del mismo modo, para Russell la complejidad y la heterogeneidad son la esencia misma de la evolución (112). La reproducción, por tanto, no consiste en la obtención de copias idénticas a un original preexistente, no es "papel de calco" como sostienen los mendelistas en la actualidad.

En este punto es importante destacar que Lamarck dio verdadero sentido evolutivo a la clasificación de los seres vivos realizada por Linneo en el siglo XVIII. Además de la biología, Lamarck es el fundador de la paleontología evolutiva. A diferencia del sueco, el francés integra en la clasificación de los seres vivos a los seres muertos, a los fósiles, que hasta ese momento no eran más que una

curiosidad histórica (76b). Incluso crea nuevos grupos para poder integrar a las especies extintas y compararlas con las existentes. Aparece así una primera fuente de lo que se ha interpretado como una forma de finalismo en Lamarck, que no es tal finalismo sino un actualismo metodológico, parecido -pero no idéntico- al que se puede encontrar, por ejemplo, en el británico Lyell y que está ligado al gradualismo de ambos (113). También aparece en cualquier investigación histórica, en donde las sociedades más antiguas se estudian a partir de las más recientes. En “La sociedad antigua” el norteamericano Lewis H.Morgan estudió la prehistoria en las formas de organización de una colectividad humana actual: los iroqueses que habitaban en su país a mediados del siglo XIX. Se supone que los iroqueses conservan mejor determinados comportamientos ancestrales que han desaparecido en las sociedades urbanas e industriales de la actualidad. Del mismo modo, cuando en Atapuerca o en cualquier otro yacimiento paleontológico aparecen fósiles de homínidos ya extinguidos, se comparan con los chimpancés o los gorilas que hoy se conocen. No se trata de que inexorablemente las especies tengan su destino fatal en la forma en que actualmente aparecen, como se ha interpretado, sino justamente en lo contrario: para conocer el pasado es imprescindible conocer el presente; ese conocimiento es posible porque hay especies actuales que también vivieron en un pasado remoto y son, por consiguiente, otros tantos testimonios de aquellos tiempos pretéritos.

En la teoría de la evolución las especies no aparecen juntas por una semejanza exterior sino por lazos internos de tipo genealógico. Todas ellas son ramas un mismo “árbol”, tienen un tronco común que se diversifica con el tiempo. Esta imagen es tan importante en el darwinismo genuino que la única ilustración que tenía la primera edición de “El origen de las especies” representaba un árbol genealógico. A mediados del siglo XIX era bastante insólito insertar un dibujo en un libro. El diagrama se imprimió en un papel de mayor tamaño que el libro, por lo que había que desdoblarlo para poder verlo. Además, Darwin redactó cinco páginas explicando la interpretación de la ilustración. La figura era de la máxima importancia para explicar un nuevo concepto en la ciencia: cómo la biodiversidad se reconduce a la unidad (*unitas complex*). La clasificación de los seres vivos relaciona a las especies entre sí según vínculos mutuos que son tanto evolutivos como progresivos o de complejidad creciente. La evolución no es sólo un proceso de maduración, crecimiento y desarrollo; es una diferenciación: la herencia con modificaciones, la transformación de que hablaba Lamarck. Expresa que algunos organismos vivos están más desarrollados que otros, lo cual también significa que:

a) los seres menos complejos son los primeros y más primitivos de la evolución
b) los seres más complejos derivan de ellos o de seres parecidos a ellos que los precedieron, de los denominados “gérmenes” o “protozoos”
c) los seres menos complejos han evolucionado más lentamente que los más complejos (114)
d) los seres más complejos coexisten actualmente con otros que no lo son tanto

No obstante, como veremos, el lenguaje es confuso porque parece dar a entender que los seres menos complejos son simples o, por lo menos, que son menos complejos que los demás. No es así, ciertamente; no existe lo simple, sólo lo simplificado. Los seres menos complejos son tan complejos como los demás y su diferencia de complejidad no es sólo de orden cuantativo sino cualitativo. La explicación es la misma que en el caso de la polémica sobre la continuidad o la discontinuidad en la evolución de las especies y, por consiguiente, también le resulta de aplicación el postulado de Arquímedes. La diferencia es que en este caso la confusión tiene una raíz histórica en la manera en que se ha gestado la clasificación de las especies, que se fundamentó en la morfología, en la apariencia externa de los seres vivos. La morfología de los seres más complejos es más variada que la de los menos complejos. La clasificación inicial de las bacterias también se basó inicialmente en la arquitectura externa, pero por ello mismo, no se pudo mantener mucho tiempo, de manera que a partir de 1977 Woesse impuso un nuevo criterio en la clasificación de los seres microscópicos que no era ya morfológico sino analítico, basado en las diferencias moleculares internas al propio organismo.

El tiempo no sólo es relativo en la física, sino también en la biología. El tiempo mide los cambios

pero, a su vez, los cambios miden el tiempo. Si compararámos el devenir de las sociedades actuales con los parámetros de la paleontología, con aquellos que se utilizan para hablar de los australopitecos, por ejemplo, nos veríamos sometidos a un ritmo vertiginoso, como cuando se acelera una proyeccion cinematográfica. Si el proceso de hominización se puede cifrar en cinco millones de años, sólo hace cinco mil que apareció la escritura. La proporción es de un minuto actual por cada mil de la antigüedad, o sea, por cada 17 horas. Como la evolución, el tiempo tampoco es lineal ni homogéneo. Existen procesos vertiginosos -nunca instantáneos- junto a metamorfosis desesperantemente lentas. Por consiguiente, tanto en la astrofísica como en la naturaleza orgánica un salto evolutivo no sólo no puede ser instantáneo en ningún caso sino que tampoco es necesariamente un proceso rápido.

Esto demuestra el error del gradualismo de Lamarck y Darwin y de la teoría del "reloj molecular" de Pauling que en base a ese gradualismo se ha venido utilizando para fechar el surgimiento de las especies. Contribuye a poner de manifiesto las limitaciones del actualismo en todas las disciplinas históricas, incluida la historia natural. La teoría de los eslabones de Darwin es muy interesante porque ofrece una imagen poderosa de la concatenación interna de las especies a lo largo del tiempo. Sin embargo, es difícil separar al eslabón de la cadena de la que forma parte, lo que conduce a una ilusión lineal, única y uniforme, en donde cada eslabón da paso al anterior y es igual a él. En una cadena no hay eslabones que abran líneas divergentes unas de otras; cada eslabón sólo conduce a otro que le continúa. Además, todos ellos son iguales, tienen la misma forma, la misma importancia, el mismo tamaño, etc.

El tiempo y la evolución tienen eslabones pero no son uniformes. La heterogeneidad del tiempo se comprueba en la propia evolución de nuestros conocimientos, de manera que si por influencia bíblica a mediados del siglo XIX datábamos la creación del universo en 4.000 años antes de nuestra era, luego se fue retrasando hasta los centenares de miles de años, posteriormente en millones y hoy en centenares de miles de millones. Las etapas antiguas de la evolución se prolongan en el tiempo mucho más que las modernas.

El actualismo de Lamarck es un antecedente de la ley de la replicación de Haeckel que, además, deriva en una propuesta epistemológica: la de iniciar el estudio de la biología en la línea inversa de la que la naturaleza ha seguido en la evolución, empezando por los seres más simples, entonces los infusorios, hoy las bacterias. La complejidad espacial, la coexistencia de especies complejas con otras que lo son menos, permite estudiar la complejidad temporal, es decir, la evolución, porque es posible analizar en las especies menos complejas las formas de vida más sencillas y, por tanto, las primeras. El método de investigación es el opuesto al método de exposición y la ciencia de la vida se opone a la vida misma. La biología empezó sus investigaciones por el final, por los animales superiores, los vertebrados; en el siglo XVIII los demás (insectos y gusanos) eran despreciados como "innobles". Se despreció lo que se desconocía. Pero Lamarck tenía una concepción diferente, empeñándose en una tarea titánica con los invertebrados: descubrió cinco grupos diferentes en 1794, otro en 1799, otro más en 1800 (arácnidos), otro en 1802 (anélidos), hasta que en 1809, en su "Filosofía zoológica" añade por primera vez, además de los cirrípidos, los infusorios, diez en total que se convertirán en doce en su monumental *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, verdadera obra magna de la ciencia de todos los tiempos. Desde Aristóteles, la clasificación de las especies giraba en torno a la sangre, mientras que fue Lamarck quien introdujo la espina dorsal como nuevo factor de división de las mismas, que se ha conservado hasta la actualidad. El francés no sólo funda una nueva ciencia, la biología evolucionista, sino que desarrolla una metodología y una práctica nuevas, diferentes, porque era el único en su tiempo que había recorrido una multitud muy extensa de de conocimientos, pero especialmente aquellas que -cruelmente- le han llevado al descrédito: la botánica primero, la paleontología después, la zoología finalmente. Es el único que tiene una visión panorámica que le permite dotar a la biología de todos los instrumentos imprescindibles: un objeto, un método, unas leyes e incluso todo un programa de investigaciones para el futuro. Su estudio de los invertebrados le conduce a poner al principio lo que debe estar al final y a terminar por lo que debe estar al principio. El concepto de "primate" introducido por

Linneo no significa que sean los primeros sino que son los últimos: son los últimos seres aparecidos en la evolución y, sin embargo, de ellos debe partir la investigación. En la historia de la biología, cuya médula espinal es la clasificación, siempre se supo que el punto final era el hombre y lo que se ha avanzado es en conocer el punto de partida: los microbios más simples. La lógica científica contradice la historia.

Desde su mismo nacimiento la biología centró su atención en la diversidad. La clasificación de las especies en el siglo XVIII no era más que un intento de poner algún orden en el cúmulo abigarrado de seres vivos. Ponía de manifiesto la multiplicidad, pero ésta conduce a su contrario, la unidad, a lo que Darwin calificó como la ley de la unidad de tipo recordando a la polémica de Cuvier con Geoffroy Saint-Hilaire en 1830, cuya importancia se preocupó de subrayar en distintos apartados de su obra capital:

> Se reconoce generalmente que todos los seres orgánicos se han formado según dos grandes leyes: la de unidad de tipo y la de las condiciones de existencia. Por unidad de tipo se entiende la concordancia fundamental de estructura que vemos en los seres orgánicos de una misma clase, y que es completamente independiente de sus hábitos de vida. Según mi teoría, la unidad de tipo se explica por la unidad de descendencia. La expresión de condiciones de existencia, sobre la que tantas veces insistió el ilustre Cuvier, queda comprendida por completo en el principio de la selección natural. Pues la selección natural obra, o bien adaptando actualmente las partes que varían de cada ser a sus condiciones orgánicas e inorgánicas de vida, o bien por haberlas adaptado durante periodos de tiempo anteriores; siendo ayudadas en muchos casos las adaptaciones por el creciente uso o desuso de las partes y estando influidas por la acción directa de las condiciones externas y sometidas en todos los casos a las diversas leyes de crecimiento y variación. Por consiguiente, de hecho, la ley de las condiciones de existencia es la ley superior, pues mediante la herencia de las variaciones precedentes y de las adaptaciones comprende a la ley de la unidad de tipo.

Más adelante expone la misma ley desde otro punto de vista:

> Hemos visto que los miembros de una misma clase, independientemente de sus hábitos de vida, se parecen entre sí en el plan general de su organización. Esta semejanza se expresa a menudo con el término ‘unidad de tipo’, o diciendo que las diversas partes y órganos son homólogos en las distintas especies de la clase. Todo el asunto se encierra en la denominación general de ‘morfología’. ésta es una de las partes más interesantes de la historia natural, y casi puede decirse que es su misma alma (116).

Con excepción de Gould, quien remarcó la extraordinaria importancia de esta ley (117), la biología la ha mantenido en el “olvido”, dando lugar a otro cúmulo de equívocos y disputas interminables, como veremos. Lo mismo que las lenguas o la tabla de Mendeleiev de los elementos químicos, la clasificación de los seres vivos no los separa ni los divide sino que los une. La complejidad no es más que la mutua interacción que emparenta a los seres vivos entre sí: “La estructura de todo ser orgánico está emparentada de modo esencialísimo, aunque a menudo oculto, con la de todos los demás seres orgánicos con que entra en competencia”, dice Darwin (118). El vínculo interno se manifiesta en el tiempo y en el espacio, comprende tanto a las especies vivas entre sí como a las vivas con las extintas (119). Al aludir al parentesco de todas las especies, queda evidenciado que para Darwin el hilo interno que une a las especies entre sí es único: la herencia. Habitualmente sólo se tiene en cuenta uno de estos aspectos, el temporal o vertical, o se entienden separadamente del aspecto espacial u horizontal. No obstante, como los primos en el árbol genealógico familiar, las especies que coexisten en el tiempo se relacionan entre sí a través de los antepasados comunes de los que proceden. La ley de la unidad de tipo es el argumento fundamental que le habilita a Darwin para repudiar el creacionismo: “Si las especies hubiesen sido creadas independientemente, no hubiera habido explicación posible alguna de este género de clasificación; pero se explica mediante

la herencia y divergencia de caracteres” (120).

Según Darwin, la evolución progresiva hacia una mayor complejidad de los seres vivos no significa necesariamente desaparición de los seres inferiores, por lo que si éstos entran en competencia con los superiores, no se comprende su subsistencia. Las nuevas especies, más desarrolladas, exterminan a sus progenitoras, menos evolucionadas: “La extinción y la selección natural van de la mano” (121). Al mismo tiempo Darwin pone de manifiesto las regresiones en la escala de los seres vivos, los retrocesos, que la evolución no es un proceso lineal: ¿por qué subsisten los seres de los escalones más bajos? Apunta la misma explicación ofrecida antes por Lamarck: la generación espontánea engendra continuamente seres inferiores (122).

A partir de la generación de la vida surgieron las diversas explicaciones acerca de los modos por medio de los cuales se transforma. A este respecto, lo que se observa a mediados del siglo XIX es que la biología pone su atención en el ambiente. Las concepciones ambientalistas recuperaban otras dos viejas nociones filosóficas: primera, la del “horror al vacío” y los cuatro elementos integrantes del universo (agua, aire, tierra y fuego), y segunda, la empirista de la “tabla rasa” que deriva en la noción biológica de “carácter” y en la teoría de la “acción directa” del ambiente sobre el organismo. Por lo tanto, el medio se concebía como “externo” al propio organismo, ajeno a él. Esa es la concepción -falsamente atribuida a Lamarck- que estuvo vigente hasta que August Weismann lanza sus tesis en 1883. A sus dos componentes se le añadió a mediados de siglo un tercero: el concepto biológico de herencia. El medio “exterior” dejaba su huella en los seres vivos, que se transmitía de generación en generación de una manera acumulativa. Esta teoría fue denominada “herencia de los caracteres adquiridos”. De esta manera hasta 1883 el núcleo esencial de la biología se articulaba alrededor de los conceptos de ambiente, carácter y herencia que pasamos a analizar seguidamente.

En el siglo XVIII Buffon introdujo en la biología el vocablo “medio” procedente de la mecánica de Newton, donde formaba parte de la acción a distancia, como éter o fluido intermediario entre dos cuerpos. El medio es el centro de la acción de las fuerzas físicas. Tenía un sentido relativo que luego se convirtió en absoluto, en algo con entidad por sí mismo que, más que unir, separa a los cuerpos. Después Lamarck lo trasladó a la biología, aunque con notables precisiones de gran importancia que importa mucho poner de manifiesto porque en este punto el naturalista francés se aparta claramente de su maestro Buffon y está bien lejos de la concepción simplista (ambientalista) a la que habitualmente se asocia su pensamiento, que aquí es también original, innovador y de plena actualidad. Para él la especie y el medio forman una unidad contradictoria; el medio es externo tanto como interno al organismo y, por supuesto, es algo muy distinto de lo que se entiende hoy habitualmente, por no decir opuesto. Lamarck no separa la biología de la física (y la química) en compartimentos estancos, anticipando un siglo la biogeoquímica de Vernadsky. Para él todo fenómeno vivo comporta un componente físico y “un producto de la organización”. Su teoría, pues, tiene un origen dual y da lugar a otra dualidad porque, a su vez, está estrechamente imbricado con su teoría de los fluidos, cuyo origen está en la teoría de los humores de la antigua medicina griega. También aquí Lamarck se aparta de su maestro Buffon y de la importación que éste realizó del atomismo newtoniano a la biología. Lamarck vincula la física más reciente con la medicina más antigua, dos aspectos separados no sólo por el transcurso del tiempo sino por el contexto científico en el que se elaboraron. Como es característico en él, clasifica, subclasifica y define los distintos tipos de fluidos conocidos en su época y con las denominaciones que entonces se conocían. Si dejamos al margen a los sólidos y la distinción entre los sólidos y los fluidos, la primera clasificación ya es sorprendente: hay fluidos líquidos y fluidos “elásticos”. Estos últimos se entenderán mejor sin necesidad de aportar explicaciones si pasamos inmediatamente a la subclasificación que entre ellos establece Lamarck: fluidos coercibles y fluidos sutiles. Los primeros los llamaríamos hoy gases, esto es, todos aquellos que pueden ser encerrados en un recipiente. Los fluidos sutiles, por el contrario, no se pueden envasar porque son penetrantes. Son los también llamados “fluidos imponderables”, es decir, los campos electromagnéticos (incluida la luz) más el calórico o energía cuyo papel el galvanismo acababa de poner de manifiesto como una de las manifestaciones de la interacción entre la materia inerte y la viva. Por lo tanto, el concepto

de medio en Lamarck es extraordinariamente ambicioso y complejo. Pone de manifiesto un vasto campo de investigación a caballo entre la física y la biología, verdadera anticipación de muchos avances posteriores. Desde luego no tiene nada que ver con el reduccionismo con el que hoy se entiende el ambiente o las circunstancias "exteriores", que apenas van más allá de la geografía y la meteorología. De la propia descripción que ofrece Lamarck se desprende que el medio no es sólo externo sino interno, anticipándose a las tesis de Claude Bernard acerca del "medio interno" con las que surge la medicina moderna. En realidad no hay tal separación entre lo externo y lo interno porque los fluidos son penetrantes, entran y salen del organismo, poniendo en comunicación al ser vivo con el medio. Por lo tanto, es algo barroco y, aunque no lo expresa así, rechaza el vacío (a diferencia de Newton) porque los fluidos sutiles llenan el planeta y la atmósfera y están en el interior de los cuerpos vivos.

Lamarck utiliza el concepto de "intosuscepción" que, como tantos otros, se ha perdido irremisiblemente en la biología moderna (123), pero desde el siglo XVIII fue clave para entender la diferencias entre la materia orgánica y la inorgánica, y desempeña un papel fundamental en la comprensión de la teoría celular de Schwann. El crecimiento de la materia inerte se produce por yuxtaposición, por un incremento puramente cuantitativo y exterior en donde más unidades de sustancia se suman a las ya existentes, adhiriéndose a su superficie y sin modificarse unas y otras por el hecho mismo de su incorporación. Por el contrario, el desarrollo de la materia viva se produce por intosuscepción, es decir, por asimilación de sustancias existentes en el medio ambiente, incorporando materia extraña y convirtiéndola en propia. Naturalmente, la asimilación de nuevas sustancias supone la desasimilación de otras, que son secretadas al exterior. Con las sustancias ajenas el organismo vivo crea componentes análogos a los suyos propios: se modifica a sí mismo modificando la materia prima que incorpora. Como decían los viejos fisiólogos, es un desarrollo desde dentro hacia fuera estrechamente ligado a la epigénesis. El metabolismo transforma diariamente la materia inerte en materia orgánica, en vida. El milagro de la creación se repite cotidianamente sin requerir ninguna intervención divina. El origen de la vida tampoco, por lo que las dudas expuestas por las teorías biogenéticas y los partidarios de la continuidad no pueden resultar más infundadas: la materia viva siempre procede de la inerte.

Además de fluidos, continúa Lamarck, el cuerpo vivo tiene "partes contenedoras" a modo de recipientes en los que se depositan los primeros. Son los órganos y los tejidos celulares. Estos últimos son, de algún modo, la ganga de la que se valen los fluidos contenidos para transmitir el movimiento (124). Los fluidos son la causa excitante de los movimientos vitales de los cuerpos organizados. Así, la irritabilidad, que es común a todos los seres vivos, no es producto de ningún órgano en particular sino del "estado químico" de las sustancias del organismo (125). Los fluidos son los motores, y son tan importantes que "sin ellos o al menos sin algunos de ellos el fenómeno de la vida no se produciría en ningún cuerpo" (126). Son a la vez concretos, diversos y cambiantes, están en permanente actividad y renovación. Al cambiar ellos cambian a su vez continuamente los parámetros ambientales de temperatura, luz, humedad, viento y cantidad de electricidad: "En cada punto considerado de nuestro globo donde puedan penetrar la luz, el calórico, la electricidad, etc., no se encuentran allá dos instantes seguidos en la misma cantidad, en el mismo estado y no conservan la misma intensidad de acción" (127). El calórico cambia la densidad de las capas de aire, la humedad de las partes bajas de la atmósfera que desplazan la electricidad, la hace expansiva o repulsiva (128). Otra función trascendental que desempeñan los fluidos es la de intercomunicación de los distintos órganos del cuerpo entre sí. Lamarck relaciona esos fluidos, y especialmente la electricidad, con el sistema nervioso: por fluidos sutiles, dice, entiendo "las diferentes modificaciones del fluido nervioso" (129) porque sólo él tiene la rapidez necesaria de respuesta para establecer la coordinación motora. Ahora bien, el sistema nervioso no sólo se manifiesta en la conducta externa de los seres vivos sino también en las internas, de manera que el "sentimiento" también es consecuencia del movimiento de los fluidos.

Lamarck, pues, no era un ambientalista. En el naturalista francés la escala progresiva de las especies es el elemento fundamental, cuya diversidad no se puede explicar recurriendo al ambiente: "La

extrema diversidad de las circunstancias en las cuales se encuentran las diferentes razas de animales y vegetales no está de ningún modo en relación con la composición creciente de la organización entre ellos" (130). Según él, la acción del medio sobre el organismo es indirecta y se lleva a cabo a través del propio organismo: hay una acción (del medio) y una reacción (del organismo). La transformación requiere un cambio de conducta previo a los cambios orgánicos. Comte plagió esta concepción de Lamarck sin mencionarle (131) y a finales del siglo Le Dantec definía la vida en los mismos términos: "La vida de un ser viviente resulta de dos factores: el ser y el medio. A cada instante el fenómeno vital o funcionamiento no reside, ni únicamente en el ser ni únicamente en el medio, sino más bien en las relaciones actuales del ser y el medio" (132). Las calificaciones habituales del lamarckismo como una forma de ambientalismo son, pues, como poco, inexactas. El único supuesto que Lamarck admite de acción directa del medio es la generación espontánea, que sólo alcanza a los infusorios. El pensamiento de Lamarck tampoco es mecanicista: no hay armonía entre el individuo y el medio y, por tanto, no hay adaptación. La concepción de que los seres vivos nacen adaptados al entorno en el que deben desenvolverse es propia de las religiones; por eso su concepción es estática. Por el contrario, los transformistas observaron que la materia viva es más reciente que la inerte, que surge de ella y, por consiguiente, que debe adaptarse a ella. Sostienen, pues, una concepción dinámica del universo. El medio más que exterior es extraño a la especie y, además, al ser efímero, exige un esfuerzo repetido y continuo de adaptación materializado en costumbres, hábitos y modos de vida. Su tesis, por tanto, remitía a dos factores dialécticos simultáneamente: la práctica y la interacción del individuo con el medio.

Darwin añadió a la concepción de medio en Lamarck la interacción de los individuos entre sí a través del medio. éste es el que pone en contacto a los organismos vivos. Para Darwin el entorno es otro ser vivo, un depredador o una presa, la lucha por la existencia y la competencia. El centro de la relación se entabla entre unos seres vivos y otros. Esta concepción -ya apuntada por Lamarck- es una aplicación del malthusianismo a la naturaleza: los seres vivos se reproducen hasta un punto en el que no todos pueden sobrevivir por las limitaciones del entorno, momento a partir del cual entran en una lucha interna en donde el más apto sobrevive y el débil perece. En numerosas ocasiones Darwin lo expone crudamente, afirmando que los lobos más feroces tienen más posibilidades de sobrevivir y equiparando la selección natural a la guerra. Pero otras veces suaviza su expresión: "Cuando reflexionamos sobre esta lucha nos podemos consolar con completa seguridad de que la guerra en la naturaleza no es incesante, que no se siente ningún miedo, que la muerte es generalmente rápida, y que el vigoroso, el sano y el feliz sobrevive y se multiplica". Sin embargo, la clave es que en Darwin, como él mismo dijo, la lucha por la existencia tiene un sentido amplio y metafórico; significa la mutua dependencia de los seres vivos entre sí, su interrelación (133). Es lo que algunos historiadores de la biología como C.U.M.Smith reprochan a Lamarck (exclusivamente a Lamarck, en ningún caso a Darwin): su concepción ("invención", la califican) es profundamente diferente de la "nuestra" porque reconoce la interacción universal de todos los seres vivos. En los viejos biólogos prepositivistas el medio transmitía esa interacción mutua: "Lamarck veía a los organismos a la luz de toda la tradición antigua", concluye Smith en tono de reproche (134). Sin embargo, la microbiología no sólo no ha rechazado sino que es la más concluyente demostración de la plena modernidad de las "antiguas" concepciones aristotélicas sobre el medio: "Todo se encuentra inmerso en lo demás" (135). Los virus y bacterias no sólo pueblan el aire, el agua y el suelo sino que colonizan los tejidos internos de todos los seres vivos.

A mayor abundancia, en Darwin la interacción mutua de los seres vivos no es más que un supuesto de lo que, inspirado por Lamarck y Cuvier, califica como el "bien conocido principio del desarrollo correlativo", esto es, que las diferentes partes de un organismo no se desarrollan por separado sino acompasadamente: "Con esta expresión quiero decir que toda la organización está tan enteramente ligada entre sí durante el crecimiento y desarrollo que cuando ocurren pequeñas variaciones en alguna parte y son acumuladas por la selección natural, llegan a modificarse otras partes. Este es un asunto importantísimo, que ha sido muy imperfectamente entendido, y en el que sin duda dos clases de hechos completamente diferentes pueden ser confundidos del todo. Veremos ahora que la simple

herencia da frecuentemente una apariencia falsa de correlación” (136). Por consiguiente, los seres vivos se influyen mutuamente, lo mismo que las distintas partes de un mismo organismo vivo. La bipedestación no sólo modificó las extremidades inferiores de los homínidos sino la musculatura, la columna vertebral, el cráneo, la cadera y la pelvis y, en definitiva, todos los miembros y articulaciones de su cuerpo. Las extremidades anteriores (manos) se transformaron en superiores y se pudieron utilizar para agarrar alimentos o fabricar herramientas. El pulgar, opuesto a los restantes dedos, se hizo más largo en relación con el resto de los dedos; las uñas se redujeron y la piel de los dedos, en especial de las yemas, acumuló mayor cantidad de terminaciones sensoriales, haciéndose muy sensible. Las manos se fueron haciendo menos toscas y los dedos más finos.

Los neodarwinistas han divulgado una visión distorsionada de la concepción de Darwin, ceñida a la selección natural de manera exclusiva y excluyente. Pero para que haya selección tiene que haber materia prima sobre la que poder seleccionar y en Darwin la tendencia a la variación está promovida por diferentes causas, una de las cuales son precisamente las condiciones de vida: “Consideraciones como ésta me inclinan a conceder menos peso a la acción directa de las condiciones de ambientales, que a una tendencia a variar debida a causas que ignoramos por completo” (137). La selección natural también está ligada a las condiciones ambientales: “Cuando una variación ofrece la más pequeña utilidad a un ser cualquiera, no podemos decir cuánto hay que atribuir a la acción acumulativa de la selección natural y cuánto a la acción definida de las condiciones de vida”. Ambos factores, pues, no son contradictorios sino complementarios: “Es muy difícil precisar hasta qué punto el cambio de condiciones tales como las de clima, alimentos, etc. han obrado de un modo determinado. Hay motivos para creer que en el transcurso del tiempo los efectos han sido mayores de lo que puede probarse con clara evidencia. Pero seguramente podemos sacar la conclusión de que no pueden atribuirse simplemente a esta acción las complejas e innumerables coadaptaciones de estructura entre diferentes seres orgánicos por toda la naturaleza”. Su formulación está tomada casi literalmente de Lamarck; Darwin también refiere la concurrencia de dos factores: las condiciones de vida y el organismo, “que es el más importante de los dos”. Casi al final de su vida, en una carta a Moritz Wagner escrita en 1868 Darwin escribía: “En mi opinión, el mayor error que he cometido ha sido no conceder suficiente peso a la acción directa del medio ambiente, por ejemplo, a la comida y el clima, independientemente de la selección natural. Cuando escribí ‘El origen’ y durante algunos años después, encontré pocas buenas evidencias de la acción directa del medio ambiente; ahora hay una gran cantidad de evidencias”. Por tanto, Darwin no contradice a Lamarck sino que continúa su obra, a la que añade la selección natural, verdadero núcleo del darwinismo (y nunca con el carácter de factor causal único).

En 1838 Comte, el fundador del positivismo, convierte al medio en una noción abstracta y universal: por un lado, es el “fluido” en el que el organismo está sumergido y, por el otro, es el conjunto total de circunstancias “exteriores” que son necesarias para la existencia de un determinado organismo. Es continuo y homogéneo, un sistema de relaciones sin soporte, el anonimato donde se disuelven los organismos singulares. Según el filósofo francés “el modo de existencia de los cuerpos vivos está, por el contrario, netamente caracterizado por una dependencia extremadamente estrecha de las influencias exteriores” (138). Siguiendo a Descartes, continuó con un dualismo mecanicista: organismo y medio, o materia viva y materia inerte (139). Comte y su seguidor Segond hablaron de la necesidad de elaborar una “teoría general del medio” enfocada -además- de una manera “abstracta”. El medio ya no es algo relativo sino absoluto: un determinado factor es interno o externo, subjetivo u objetivo; no puede ser ambas cosas a la vez, ni puede ser de una forma a determinados efectos y de otra a otros. El positivismo busca explicaciones metafísicas: las bacterias que pueblan nuestro intestino y contribuyen al metabolismo, ¿forman parte de nuestro propio organismo? ¿son externas a él? El medio de los positivistas no pone a las especies en contacto entre sí, no es un vehículo de comunicación. Los biólogos ambientalistas de mediados del siglo XIX no eran lamarckistas sino positivistas: siguieron a Comte, algo perceptible en Geoffroy Saint-Hilaire y Pierre Trémaux. Por un lado, el sujeto pasivo que sufre las inclemencias del medio es la tabla rasa empirista. Por el otro, forjaron una concepción prefabricada del medio, unos molinos

de viento ideados para soportar todos los golpes de la crítica posterior. Ese medio es exterior, inalcanzable: la temperatura ambiental, el clima, la humedad, el viento, el suelo, la lluvia, etc. Sin duda todo eso es el medio, pero los vegetales constituyen el alimento de los animales; a su vez, algunos animales son el alimento de otros. En algunos casos, pues, la vegetación no es el sujeto sino el medio porque las nociones de sujeto y de medio son relativas. La teoría de la cadena alimentaria demuestra la unidad de la naturaleza y, por tanto, la interacción de todos los elementos que la componen, que unas veces se pueden considerar como sujetos y otra como medios. Para una hormiga las demás hormigas con las que convive también son un medio. Tampoco deberían caber dudas de que los virus forman parte de ese mismo medio, que no es exterior sino que también es interior. Por eso al menos una parte del genoma de los animales superiores no lo hemos recibido de nuestros ancestros sino que es de origen viral, algo externo que se ha convertido en interno.

La noción de "carácter" se creó a efectos de clasificación de las especies, expresión extrema de la biodiversidad de los seres vivos. Condujo la atención de la biología hacia la variabilidad descuidando su opuesto, la unidad de tipo. Por carácter se entendía todo aquello capaz de diferenciar a un organismo de otro de la misma especie, es decir, aquellos rasgos aparentes y exteriores que lo individualizaban. De ese modo se convirtió en un saco sin fondo en el que se incluyeron los rasgos corporales, desde los morfológicos, hasta los fisiológicos y anatómicos. Esos rasgos se caracterizaban por su superficialidad: no definían a la especie como colectivo sino que se añadían a las características propias de ella. Se consideraron como caracteres los rasgos sicológicos, los comportamientos y, sobre todo, las enfermedades. Especialmente las patologías (mutilaciones, deformidades) se convirtieron en el centro de la atención de los biólogos. No sólo se mezclaba lo esencial con lo accesorio sino, además, lo típico con lo mórbido, poniendo todo ello en el mismo plano y creando así un galimatías que luego favoreció las críticas a la herencia de los "caracteres" adquiridos. Cualquiera que fuese su naturaleza, todos los caracteres obedecían a los mismos determinantes, de manera que si eran hereditarios, lo eran de la misma forma. Se heredaba igual el pulmón que el intelecto, el sexo que la enfermedad; no parecía haber diferencia entre el hecho de que el hombre fuera un animal de sangre caliente o que su sangre fuera del grupo AB. Ahora bien, aunque los mamíferos se puedan subclasificar de muchas formas, ninguna de ellas excusa la necesidad de tomar en consideración que todas tienen en común el hecho de compartir elementos comunes. La diversidad nunca excluye la unidad.

La concepción superficial es muy diferente de la de Lamarck, e incluso de la de Darwin. Si es posible imaginar que el francés aludiera a un carácter, la mención habría que entenderla referida a uno de los que se deben tener en cuenta en la clasificación de las especies, es decir, a un órgano determinante, no al color de las alas de las mariposas sino al hecho de que las mariposas tienen alas. Como consecuencia de la interacción entre el medio y el organismo, en la obra de Lamarck la fisiología va por delante de la anatomía. Predomina la idea dinámica de función, es decir, de hábitos, modos de vida, uso y desuso: "Las diferencias en los hábitos de los animales ocasionaron sus órganos" y su empleo frecuente los modifican (140). Es otra de esas tesis que confiere a su teoría, y en parte también a la de Darwin, un cierto carácter tendencial o finalista que, sin embargo, Lamarck repudió explícitamente. Como bien decía Gould, es una forma de argumentar muy poco intuitiva, lo que dio lugar a que Faustino Cordón preguntara: ¿cómo concebir una función sin su órgano correspondiente? El órgano, decía Cordón, tiene que ser anterior a la función (141). No obstante, aquí la intuición propicia el equívoco porque desde las más primitivas sociedades, en cualquier colectividad humana la práctica demuestra que los organismos e instituciones aparecen después de las necesidades a las que tratan de responder. Lo mismo sucede en la naturaleza, donde Lamarck no sólo analiza la escala evolutiva con una lógica inversa a la histórica, sino que además utiliza la degradación de la organización como expresión visible del empobrecimiento de facultades de los seres vivos conforme se desciende por dicha escala. El órgano revela la función pero ésta explica aquel. Es imposible entender a Lamarck sin poner sus tesis siempre en relación con la escala progresiva de las especies. Los órganos surgen unos después de los otros, se especializan y perfeccionan sucesivamente de manera que al descender en la escala se aprecia que a los seres

inferiores les faltan órganos y, por lo tanto, no pueden desempeñar determinadas funciones. En ocasiones un único órgano no especializado puede desempeñar funciones diversas: es el caso de los dos hemisferios del cerebro, que desempeñan funciones bien distintas. En otras ocasiones, hay determinadas funciones, como la homeóstasis, que no se pueden adscribir a ningún órgano. También hay órganos, decía Darwin, que cumplen varias funciones distintas (142), como el oído, que alberga los sentidos de la audición y el equilibrio al mismio tiempo. Por eso las enfermedad del oído, como la de Meniere, ocasionan tanto problemas de audición, como zumbidos, como de equilibro, por ejemplo, vértigo. A medida que descendemos en la escala los órganos desaparecen pero las funciones no desaparecen con ellos sino de una manera más lenta. Así, los seres vivos se reproducen pero no todos ellos disponen de órganos específicos para cumplir esa función. Los infusorios, por ejemplo, se reproducen con todo su cuerpo. Ahora bien, eso es posible porque la reproducción es una función elemental inherente a la vida, por lo que no se puede decir que los animales inferiores pueden desempeñar las mismas funciones que se observan en los superiores con la totalidad de su cuerpo. Para desempeñar determinadas funciones deben existir determinados órganos; una parte del cuerpo no puede cumplir la función del cuerpo entero (142b).

La evolución de las ballenas es un ejemplo del papel desempeñado por el uso y desuso en un recorrido inverso, de la tierra hacia el mar. Los antecesores de las ballenas eran animales terrestres, por lo que en algúna fase histórica, aproximadamente hace unos 50 millones de años, se produjo el retorno hacia el hábitat marino. A partir de mediados de los años setenta del siglo pasado, el hallazgo de los huesos de la rodilla y tobillos de dos ballenas antiguas por parte de Philip D. Gingerich en Pakistán y Egipto reforzó la teoría que las ballenas surgen de un grupo de ungulados extintos hace mucho tiempo de los cuales los hipopótamos son los parientes vivos más próximos. Los ungulados son animales terrestres que, como las vacas o los camellos, tienen dedos pares. También han encontrado un fémur, una tibia, un peroné y un conglomerado óseo que formaba el pie y el tobillo de una ballena, por lo que sus antepasados caminaron por tierra firme. A lo largo de su evolución las ballenas desarrollaron un oído subacuático. Sus ancestros de hace 50 millones de años carecían del relleno adiposo que se extiende hacia el oído medio y que presentan los actuales cetáceos, lo cual indica que fueron terrestres. Después la mandíbula se adaptó para recibir sonidos, y el melón evolucionó sólo en las ballenas dentadas. Los paleontólogos afirman haber identificado patas traseras todavía funcionales en el ejemplar de *Basilosaurus isis*, que evolucionó de dicho mamífero después de 10 millones de años. Una de cada 100.000 ballenas todavía conserva un pequeño apéndice, reminiscencia del desuso de una extremidad posterior. Las extremidades posteriores que ayudaron a los ancestros cuadrúpedos y terrestres de las ballenas a desplazarse se convirtieron en simples muñones. Al mismo tiempo, los antecesores de las las ballenas adquirieron unas aletas de las que carecían en tierra firme. Empezaron nadando impulsados por las patas para pasar luego a ser impulsados por la cola. También cambiaron de una alimentación vegetariana a la carnívora actual (143).

Apoyándose en la tesis lamarckista del desuso, Darwin desarrolló su tesis sobre la “paralización del desarrollo” e incluso el retroceso de determinados órganos humanos, algunos de los cuales se han convertido en vestigios de su funcionalidad en épocas pasadas de la evolución (144). En 1893 Robert Wiedersheim publicó una lista de 86 órganos humanos que habían dejado de desempeñar su función (144b). Darwin fue el primero en indicar uno de los casos más conocidos, los terceros molares (cordales o muelas del juicio) que tiende a convertirse en rudimentario en las razas humanas “muy cultas”, mientras que en otras -como las melanesias- aún disponen de tres raíces. En el pasado cumplieron una función muy importante, cuando los alimentos se comían crudos y había que masticarlos lentamente. Con el fuego los alimentos empezaron a cocinarse, se reblandecieron y las muelas del juicio dejaron de cumplir su papel. Actualmente entre un 10 y un 30 por ciento de los seres humanos nacen ya sin esas muelas. El coxis, el último hueso de la columna vertebral de los humanos, es un vestigio de la cola que poseían nuestros antecedentes cuando se desplazaban por las ramas de los árboles. Con la bipedestación la cola devino innecesaria y ha ido desapareciendo. A pesar de ello, hasta comienzos de la octava semana de gestación los embriones humanos poseen

cola, e incluso se conocen de casos de niños que nacen con una cola rudimentaria.

La tesis del uso y desuso hay que acompañarla del principio del desarrollo correlativo entre los diferentes órganos. Asi, la ambliopía (defecto ocular conocido coloquialmente como "ojo vago") es una pérdida de agudeza visual producida por la falta de uso de un ojo durante la infancia. La visión no es una facultad sensorial innata; aunque tienen ojos, los niños nacen casi ciegos. Su agudeza visual es inferior al cinco por ciento. La visión es una facultad adquirida, un aprendizaje que se desarrolla durante la infancia y se prolonga durante varios años. El niño aprende a ver interactuando con el medio que le rodea. La agudeza visual alcanza su plenitud entre los 4 y 6 años de edad, aunque puede prolongarse hasta los 8. La ambliopía aparece cuando el cerebro y los ojos no funcionan coordinadamente porque aquel favorece a uno de estos en detrimento del otro. El ojo preferido desarrolla una visión normal pero como el cerebro ignora al otro, la capacidad de visión de la persona no se desarrolla normalmente. Sin embargo, no hay nada en el ojo vago, ninguna lesión orgánica que justifique su falta de agudeza visual. Un ojo vago es igual a un ojo normal. Transplantado al cuerpo de otra persona vería correctamente. Por lo tanto, el fallo no está en el ojo sino en el cerebro, que no aprendió a ver con el ojo durante la infancia. La ambliopía es, pues, una disfunción ocasionada por el desuso (el órgano no desempeña la función prevista), o lo que es lo mismo, por la falta de correlación entre el cerebro y ambos ojos.

La función no sólo crea un órgano sino que modifica los ya existentes. Se pueden encontrar ejemplos rebuscados y otros más toscos. Por ejemplo, en la sociedad actual el sedentarismo ha conducido a que los médicos recomienden el ejercicio físico, lo que reviste tal importancia que los gimnasios han proliferado en las últimas décadas. Apenas cabe un ejemplo más visual del uso y desuso lamarckista que las calles pobladas de corredores y los maratones populares. Hasta el neolítico los seres humanos eran animales esencialmente nómadas, en continuo desplazamiento. Las tesis territoriales de Robert Ardrey son tan absurdas como el conjunto de su obra. El sedentarismo y la apropiación de una parcela del territorio sólo aparecen tardíamente en la evolución como consecuencia del desarrollo de la agricultura. Pero el ejercicio físico no sólo desarrolla algunos músculos concretos sino que es imprescindible para mantener un mínimo tono vital en el organismo entero y prevenir numerosas enfermedades. El cuerpo vivo no conoce el reposo, escribía Le Dantec (145). El uso y desuso lo cambian casi todo. Experimentos recientes demuestran que el ejercicio físico favorece incluso la regeneración de las neuronas cerebrales. También aquí algunas exposiciones de los manuales constituyen una grotesca simplificación. Por ejemplo, la innovación más importante en el desarrollo de los homínidos fue la bipedestación. Pero, aunque no se ponga de manifiesto, la bipedestación no es más que un supuesto de uso y desuso, o mejor dicho, de cambio de uso, de un uso diferente de un órgano previamente existente: las extremidades posteriores se transformaron en inferiores. Los simios no son cuadrúpedos sino cuadrumanos; caminan sobre sus cuatro manos. Además, hay que poner de manifiesto que la bipedestación no es una mera estación erecta, la capacidad del hombre para permanecer erguido, sino que se trata de la nueva capacidad de marchar erguido, es decir, de andar y correr. Los cambios en la musculatura y la osamenta no se adaptaron a una nueva posición estática sino a un uso diferente: el movimiento. Si el cambio hubiera consistido en la estática, las modificaciones anatómicas hubieran sido otras.

Del ejercicio físico se puede pasar a recordar lo que Ramón y Cajal llamaba la "gimnasia mental", que es otro ejemplo de uso de un órgano, en este caso del cerebro: "El ejercicio mental suscita en las regiones cerebrales más solicitadas un mayor desarrollo del aparato protoplasmático [dendrítico] y del sistema de colaterales nerviosas. De esta suerte las asociaciones ya establecidas entre ciertos grupos de células se vigorizarían notablemente por medio de la multiplicación de las ramitas terminales de los apéndices protoplasmáticos y de las colaterales nerviosas; pero, además, gracias a la neoformación de colaterales y de expansiones protoplasmáticas, podrían establecerse conexiones intercelulares completamente nuevas" (146).

Otro ejemplo de la importancia del uso es el sistema inmunitario, que funciona reactivamente frente al medio externo. Los mamíferos elaboramos anticuerpos al entrar en contacto con cualquier elemento patógeno procedente del exterior (bacterias, virus, parásitos, alérgenos). La presencia de

determinados anticuerpos en nuestro organismo permite inducir que hemos estado en contacto con una determinada enfermedad y la hemos superado. El sistema inmunitario se fortalece con el tiempo al contacto con los patógenos y dispone de una especie de “memoria” capaz de “recordar” las agresiones anteriores para responder frente a ellas. De ahí que, nada más nacer, los peligros más importantes dimanan de la falta de desarrollo del sistema inmunitario porque el organismo procede de un medio estéril e inocuo. En esas fases tempranas, el organismo es extremadamente sensible a las infecciones. Para acelerar el desarrollo del sistema inmune, a los niños se les inyectan vacunas como medida preventiva que les pone en contacto con los patógenos. Por lo tanto, la inmunidad no es una defensa con la cual se nace sino que se adquiere con el uso; además, es específica: sólo previene contra aquellas infecciones con las que ya hemos estado en contacto previamente. Si vamos a viajar a un país extranjero necesitamos vacunarnos para entrenar al organismo a prevenir determinadas enfermedades con las que no ha tenido ocasión de entrar en contacto. Finalmente, el sistema inmune es un espejo del medio exterior y, por consiguiente, cambia de unas a otras regiones del mundo, del medio urbano al rural, de los climas secos a los húmedos, de los trópicos a los círculos polares, etc.

Darwin también defendió la tesis lamarckista del uso y desuso, que si en la primera edición de “El origen de las especies” sólo le concedía “algún efecto”, en la sexta hablaba ya de un “considerable efecto”. Según el británico, los efectos del uso y el desuso eran, además, hereditarios: “El uso ha fortalecido y desarrollado ciertos órganos en nuestros animales domésticos [...] El desuso los disminuye y [...] estas modificaciones son hereditarias [...] En suma, podemos sacar la conclusión de que el hábito, o sea, el uso y desuso, han jugado en algunos casos un papel importante en la modificación de la constitución y estructura, pero que sus efectos a menudo se han combinado ampliamente con la selección natural de variaciones congénitas y a veces han sido dominados por ella” (147). Por su parte, Engels reiteró la noción de que “la necesidad crea el órgano” y concretó la tesis del uso y desuso en la noción de trabajo como factor clave en la transición del mono al hombre. Al caminar en bipedestación, la mano del simio quedó liberada, pudiendo ser utilizada para usos diferentes y alcanzando una mayor destreza y flexibilidad que se transmitió hereditariamente. Pero la mano, añade Engels, no es sólo el órgano del trabajo sino el producto del trabajo y sus progresos se transmitieron a todos los demás órganos del cuerpo, según la ley de la correlación de Darwin, especialmente al cerebro. El hombre aprendió a fabricar herramientas, verdadero comienzo del trabajo en sentido estricto. Con ellas aprendió a pescar y cazar, por lo que cambió su alimentación, su dentadura y hasta la composición química de la sangre (148).

Hoy la noción de “carácter” ha suplantado el viejo recurso a la conducta animal, cuyo estudio ha desaparecido del horizonte mismo de la ciencia de la vida. Las menciones al “uso y desuso” de los órganos sólo se recuerdan para presentar la concepción de Lamarck como si se tratara de una antigualla superada por la biología. Pero en aquella época la alusión al modo de vida, el comportamiento, las costumbres, etc., constituía la parte más importante de la biología. Incluso se identificaba a los seres vivos por el movimiento, por el cambio, el crecimiento y el desarrollo. El reduccionismo aún no se había impuesto y los biólogos no pretendían buscar causas que lo explicaran todo de manera excluyente. De ahí que para Lamarck el “uso y desuso” sea “uno de los más poderosos medios” de diversificación, aunque en ningún caso el único. En este punto Darwin, como en tantos otros, fue también uno de los más contumaces lamarckistas (149):

— en “El origen de las especies” dedica un capítulo completo al instinto
— en “El origen del hombre” le dedicó nada menos que tres capítulos, dos a la comparación de las facultades intelectuales en los animales y en el hombre, y otro más a la diferencia de facultades entre los salvajes y los civilizados
— escribió en 1862 una obra titulada “Los movimientos y las costumbres en las plantas trepadoras”
— dedicó una obra entera, titulada “La expresión de las emociones en los animales y el hombre”, a estudiar la conducta animal
— hay una obra póstuma suya dedicada al instinto.

Las tesis que Darwin defiende en esas obras son dos: primera, que los hábitos están sujetos a la

selección natural y, segunda, que son hereditarias, es decir, otro supuesto más de herencia de los caracteres adquiridos. De ahí que estas cuestiones ya no interese a algunos airearlas; afean el dogma neodarwinista y ponen al desnudo la manera en que los discípulos acomodan las enseñanzas de su maestro a sus propias convicciones, tratando de hacerlas pasar como si hubieran salido de la misma pluma del británico. Hoy estas cuestiones ya sólo se estudian ocasionalmente en las facultades de sicología, por lo que los biólogos las han perdido de vista y eso facilita las versiones que vienen pregonando los mendelistas acerca tanto de Lamarck como de Darwin. De todo el lastre que la biología ha lanzado por la borda sólo queda la noción de "carácter", cuyo origen es sicológico; el resto no interesa. De este modo, completamente fuera de contexto, el concepto de "carácter" devino maleable: con él se podía decir cualquier cosa acerca de cualquier cosa. A partir de la ruptura entre la biología y la sicología, los caminos se separaron cada vez más hasta convertir la ciencia en el discurso de un esquizofrénico. En biología (casi) nadie quiere saber nada de ambientalismo ni de conducta, mientras que en sicología las tesis conductistas y ambientalistas han inspirado algunas de sus corrientes más influyentes, cuyas previsiones se han visto respaldadas por una amplia experimentación. Aquí apenas podemos enumerarlas. En primer lugar están los rusos I.M.Sechenov (1829-1905) e I.P.Pavlov (1849-1936) cuya teoría de los reflejos se fundamenta en la interrelación entre el organismo y el medio. En segundo lugar, entre otros, está el estadounidense J.M.Baldwin (1861-1934), cuyos presupuestos de partida son los mismos de Lamarck, con el añadido de que no se conformó con poner a la conducta (uso y desuso) en el centro de la sicología sino que la reintrodujo en la biología, creando una teoría de la evolución ontogenética o herencia orgánica (150). En tercer lugar está el suizo Jean Piaget, que empezó como biólogo y acabó como sicólogo, resultando su obra, especialmente "El comportamiento, motor de la evolución", absolutamente ignorada por los naturalistas. Además, tanto Pavlov como Baldwin admitieron la heredabilidad de los "caracteres" adquiridos; en un caso los reflejos condicionados se transformaban en incondicionados; en otro el aprendizaje en instinto (efecto Baldwin). La expresión "evolución lamarckista" es ya corriente en neurología, por cuya vía se ha introducido también en los estudios de robótica e ingeniería de sistemas (151). Lamarck es una autoridad para numerosas ciencias excepto para la que él fundó.

La noción de carácter sufrió una profunda ruptura en 1883 cuando Weismann separó el cuerpo en dos universos separados, el germen y "todo lo demás", reforzada en 1900 por el redescubrimiento de Mendel que dará lugar en 1911 a la conocida escisión entre el genotipo y fenotipo de la que el botánico danés Wilhelm Johannsen (1857-1927) comenzó a hablar. Se acabó así con el mandato bíblico: "creced y multiplicaos". Desaparece la transformación, el movimiento, y sólo queda la multiplicación, la reproducción. Desaparecen los cambios cualitativos y sólo quedan los cuantitativos. Con el nuevo siglo ya no tiene sentido hablar de herencia de los caracteres adquiridos... siempre que se acepte tal escisión metafísica y exactamente en la forma metafísica en que se estableció. El vuelco en la biología fue un innegable avance porque introdujo un componente analítico fecundo en lo que hasta entonces era un revoltijo; no obstante, si bien se puede decir que superó la confusión existente, también creó otra confusión que se ha prolongado durante el siglo siguiente. El remedio fue peor que la enfermedad.

No menos confusa era el modo de acción del medio sobre los organismos. Desde mediados del siglo XIX los biólogos positivistas y ambientalistas, hablaron de una supuesta acción directa que Lamarck nunca admitió. Inmediatamente después de aludir al clima y a las circunstancias ambientales Lamarck advierte claramente: "Ciertamente si se tomasen estas expresiones al pie de la letra, se me atribuiría un error, porque cualesquiera que puedan ser las circunstancias, no operan directamente sobre la forma y sobre la organización de los animales ninguna modificación. Pero grandes cambios en las circunstancias producen en los animales grandes cambios en sus necesidades y tales cambios en ellas las producen necesariamente en las acciones. Luego si las nuevas necesidades llegan a ser constantes o muy durables, los animales adquieren entonces nuevos hábitos, que son tan durables como las necesidades que los han hecho nacer" (151b). En consecuencia, la influencia ambiental ejerce un papel secundario e indirecto: influye principalmente

sobre los órganos menos importantes del cuerpo. Los órganos no esenciales están más influenciados por las condiciones ambientales: “Es preciso, para modificar cada sistema interior de organización, un concurso de circunstancias más influyentes y de más larga duración que para alterar y cambiar los órganos exteriores” (152). Ahora bien, según la concepción positivista, el medio incide en los organismos vivos del mismo modo que las balas en una diana: todas dan en el blanco, de idéntica manera y con los mismos resultados. Era una concepción determinista que derivaba de la predestinación bíblica por intermedio de la astrología. Por eso cuando a los botánicos y agrónomos se les preguntaba por el clima miraban al cielo: el clima de la próxima estación estaba en las estrellas o en los astros. ¿Habrá un buena cosecha? El fatalismo está escrito en el cielo, cuya influencia sobre la tierra es inevitable.

La diferencia entre caracteres adquiridos e innatos (o congénitos) era igualmente confusa. Se llamaban adquiridos aquellos rasgos que los ancestros no poseían aparentemente y, por lo tanto, no podían transmitir; era innato todo aquello que estaba previamente en el gameto (óvulo o espermatozoide). En ocasiones esto daba lugar a un círculo vicioso: lo innato es hereditario y lo hereditario es innato. Desde el punto de vista de la sicología, esa misma dualidad se estableció entre el instinto y el hábito. En este deslinde metafísico es donde radica la confusión. Los caracteres innatos, ¿lo fueron siempre? ¿Desde el mismo origen del hombre? ¿Se adquirieron en algún momento de la evolución? ¿O quizá también descienden del mono? Por ejemplo: el músico, ¿nace o se hace? Para que haya herencia de los caracteres adquiridos primero habrá que entender que hay unos caracteres que son adquiridos y otros que son innatos, que los caracteres adquiridos son de naturaleza distinta de los innatos y, en fin, que hay una barrera infranqueable entre ambos: si un carácter es adquirido no puede ser innato y si es innato no puede ser adquirido. Pero eso es una contradicción absoluta porque la herencia de los caracteres adquiridos significa que los caracteres adquiridos han dejado de serlo para convertirse en innatos. Lo que para una generación es adquirido resulta innato para la siguiente. Por eso ni Lamarck ni Darwin hablaron nunca de herencia de los caracteres adquiridos. Por eso también un lamarckista como Le Dantec defiende que “en lenguaje riguroso, todo carácter es un carácter adquirido” (153), un axioma muy arriesgado en el que lo importante es ese “lenguaje riguroso” en el que está escrito.

El sobredimensionamiento del “carácter” en los discursos mendelistas es claramente ideológico. La palabra “carácter” proviene del griego, donde significa sello, cuño o marchamo, que tiene un componente político: están selladas las disposiciones y actos oficiales para que no se puedan alterar. Sellado es otro vocablo contradictorio que significa, a la vez, público y secreto. Puede emplearse también con la idea de “cerrado”. Por consiguiente, con esa expresión lo que los mendelistas pretenden inculcar es la ideología de la predestinación, que en biología se suele denominar como preformismo. Se trata, pues, de ideologías que son a la vez esencialistas e individualistas, es decir, la construcción de una biología antropomórfica que toma al ser humano como modelo de los demás organismos vivos: cada ser humano “es” diferente y lo que “es” (o deja de ser) lo lleva consigo desde el momento de la fecundación (como una maldición o una bendición), está configurado de una vez y para siempre: no cambia, no se desarrolla, no está influido por nada exterior. Los demás rasgos de la persona son consecuencia de su carácter, de su exceso de carácter, de su falta de carácter, de su buen carácter o de su mal carácter. A partir de aquí la metafísica positivista pregunta: el carácter, ¿es innato o adquirido? Además reclama respuestas unívocas, claras, terminantes: sí o no. Los preformistas de viejo y nuevo cuño (mendelistas) dirán que no hay nada en los hijos que no estuviera en los padres; los empiristas, por el contrario, pretenderán que “todo carácter es un carácter adquirido”.

Pero la contraposición absoluta entre lo hereditario y lo adquirido es metafísica. Lysenko fue uno de los pocos que, décadas después, supo apreciar esta circunstancia: “No existe un carácter que sea únicamente ‘hereditario’ o ‘adquirido’. Todo carácter es resultado del desarrollo individual concreto de un principio hereditario genérico (patrimonio hereditario)” (154). Los caracteres no “son” ni dejan de “ser” sino que se desarrollan (o se frustran). Por consiguiente, los positivistas que sostienen que los organismos son “tabla rasa”, absolutamente moldeables, incurren en una

concepción unilateral, y los mendelistas que sostienen la predestinación fatalista congénita, incurren en la unilateralidad simétrica. Los caracteres se desarrollan en la forma ya expuesta por Aristóteles, no partiendo de la nada sino de la fase previamente alcanzada. A eso se refería exactamente Lamarck cuando aludía a la "potencia" creadora de la naturaleza y eso es exactamente la biodiversidad: la capacidad que tiene la naturaleza de desarrollarse en muchas direcciones diferentes. Esa potencia crece con la propia evolución o, mejor dicho, en eso consiste la evolución.

Aunque erróneamente se asocia a Lamarck, la herencia de los caracteres adquiridos era un recurso generalizado entre todos los biólogos desde Buffon en el siglo XVIII hasta 1883. Sin embargo, ha quedado definitivamente asociado a su nombre como otra manera de caricaturizarle y ridiculizarle. Pero hay algunos detalles sobre los que tampoco se ha puesto la debida atención. En primer lugar, el enunciado mismo de la ley es bien claro: "Todo lo que ha sido adquirido, trazado o cambiado en la organización de los individuos durante el curso de su vida, se conserva por la generación y transmite a los nuevos individuos que provienen de los que han experimentado esos cambios" (155). Por lo tanto, no se refería a las modificaciones de cualquier clase de "caracteres" sino a aquellas que se produjeran en los órganos de los individuos. En segundo lugar, las modificaciones se propagan a la descendencia siempre que ésta siga sometida a las mismas circunstancias que las hicieron nacer en los progenitores (156). En tercer lugar, la ley tiene una aplicación parcial, según Lamarck, en un caso determinado: "En las fecundaciones sexuales, mezclas entre individuos que no han sufrido igualmente las mismas modificaciones en su organización, parecen ofrecer alguna excepción a los productos de esta ley; porque esos individuos que han experimentado unos cambios cualesquiera, no siempre los transmiten o no los comunican más que parcialmente a los que producen. Pero es fácil sentir que no hay ahí ninguna excepción real; la misma ley no puede tener más que una aplicación parcial o imperfecta en esas circunstancias" (157). Por consiguiente, las modificaciones se propagan por la herencia sólo si concurren en los dos progenitores: "Todo cambio adquirido en un órgano por un hábito sostenido para haberle operado, se conserva en seguida por la generación, si es común a los individuos que en la fecundación concurren juntos a la reproducción de su especie. En suma, este cambio se propaga y pasa así a todos los individuos que se suceden y que se hallan sometidos a las mismas circunstancias, sin que se hayan visto obligados a adquirirlo por la vía que realmente lo ha creado". De ese modo, continúa Lamarck, el mismo mecanismo de propagación de lo adquirido, la generación, crea una tendencia que la contrarresta: "En las reuniones reproductivas, las mezclas entre individuos que tienen cualidades diferentes se oponen por necesidad a la propagación constante de estas cualidades y formas. He aquí lo que impide que, en el hombre, que está sometido a tan diversas circunstancias como sobre él influyen, las cualidades o defectuosidades accidentales que ha adquirido se conservan y propagan por la generación. Pero de las mezclas perpetuas, entre individuos que no tienen las mismas particularidades de forma, hacen desaparecer todas las particularidades adquiridas por circunstancias particulares. De aquí se puede asegurar que si las distancias de habitación no separasen a los hombres, las mezclas por la generación harían desaparecer los caracteres generales que distinguen a las diferentes naciones" (158). Esa concepción, tan próxima a la moderna genética de poblaciones, influyó en las obras pioneras de Pierre Trémaux y Moritz Wagner sobre especiación alopátrica, pero nunca ha sido tomada en consideración. No interesa. Ni Lamarck ni Trémaux (159).

Todos los pioneros y máximos defensores de la teoría de la evolución en el siglo XIX, sin excepción (Darwin, Spencer, Huxley, Haeckel), defendieron la tesis de la herencia de los caracteres adquiridos; es más, la pusieron en un primer plano: herencia de los caracteres adquiridos era sinónimo de evolución. El problema del origen de las especies depende de la solución que se le de a esta cuestión. Herbert Spencer escribió que "o ha habido herencia de los caracteres adquiridos o no ha habido evolución", una tesis que, aun compartiéndola, Michurin matizó (160). Sin la herencia de los caracteres adquiridos la evolución es imposible de explicar; con la herencia de los caracteres adquiridos la evolución deviene un proceso claramente comprensible. Para Haeckel era algo "inquebrantable" y constituía "la hipótesis capital" de Darwin (161). Nadie con más énfasis que éste insistió en que cualquier carácter adquirido era heredable, como en el caso de los hábitos, "que

tienden probablemente a convertirse en hereditarios" (162). En consecuencia, tampoco contrapuso lo hereditario y lo adquirido. La transformación del hábito en instinto es uno de los motores más poderosos de la evolución. En consecuencia, aunque los neodarwinistas reniegan de ello, Darwin incorporó a su teoría científica de la evolución de las especies la tesis de la herencia de los caracteres adquiridos, a la que llamó "herencia con modificaciones" (163) por influencia de Treviranus y, consiguientemente, mantuvo una noción de herencia que no es meramente transmisora de lo ya existente, sino creadora y acumulativa. Al heredarse los caracteres adquiridos, con el paso del tiempo se acumulaban o añadían a un fondo común, un proceso dialéctico en el que la herencia no sólo reproduce sino que produce. Darwin separa muy claramente la transmisión del desarrollo. Según su teoría de la "herencia creadora" al futuro no se lega lo que se ha recibido sino algo más, algo distinto, como Darwin expuso de una manera muy clara:

> La palabra herencia comprende dos elementos distintos: la transmisión y el desarrollo de los caracteres. No obstante, por ir generalmente juntos estos dos elementos suele omitirse esta distinción. Mas esto es evidente en aquellos caracteres que se transmiten en los primeros años de la vida, pero que sólo se desarrollan en la edad madura o acaso en la vejez; también la vemos, y con más claridad, en los caracteres sexuales secundarios, que si bien se transmiten en ambos sexos sólo se desenvuelven en uno de ellos [...] Finalmente, en todos los casos de retroceso, los caracteres se transmiten en dos, tres o muchas generaciones, para desarrollarse después al hallar ciertas condiciones favorables que nos son desconocidas. La distinción importante entre la transmisión y el desarrollo quedará mejor grabada en el entendimiento si recurrimos a la hipótesis de la pangénesis; según ésta, cada unidad o celda [célula] del cuerpo despide ciertas yemecillas o átomos no desarrollados que, transmitidos a los descendientes de ambos sexos, se multiplican por división en varias partes. Puede ser que queden sin adquirir plenamente las propiedades que le son debidas durante los primeros años de la vida, y acaso durante generaciones sucesivas, porque su transformación en unidades o celdillas semejantes a aquellas de que se derivan depende de su afinidad y unión con otras unidades o células previamente desarrolladas por las leyes del crecimiento (163b).

Este punto era decisivo para Darwin porque formaba parte de su hipótesis de la pangénesis, una versión avanzada de la herencia de los caracteres adquidos que él mismo explicó de la siguiente manera:

> Según ésta, cada unidad o celda [célula] del cuerpo despide ciertas yemecillas o átomos no desarrollados que, transmitidos a los descendientes de ambos sexos, se multiplican por división en varias partes. Puede ser que queden sin adquirir plenamente las propiedades que le son debidas durante los primeros años de la vida, y acaso durante generaciones sucesivas, porque su transformación en unidades o celdillas [células] semejantes a aquellas de que se derivan depende de su afinidad y unión con otras unidades o células previamente desarrolladas por las leyes del crecimiento (163c).

A pesar de la claridad de esta concepción, verdadero núcleo fundacional de la biología, el positivismo y, más concretamente, Morgan acabarán con ella apenas medio siglo después, abriendo un cúmulo de equívocos de los que aún no ha logrado salir las ciencias de la vida. Como veremos, Morgan -y con él la teoría sintética- separará la transmisión (genética) del desarrollo (embriología), imponiendo una línea antievolucionista en nombre del propio evolucionismo. Esa concepción nada tiene que ver con Darwin, para quien el desarrollo y la embriología son "uno de los asuntos más importantes de toda la historia natural" (164). En contra de este criterio, a partir de 1900 nace la teoría de la división celular y de la herencia como "copia perfecta" de un original previo. Al separar el genotipo del fenotipo, la generación de la herencia, a finales del siglo XIX la biología reintrodujo la metafísica eleática: no se hereda lo nuevo, sólo lo viejo; la herencia transmite lo que hay, que es lo que siempre hubo. Por lo tanto, era una operación involucionista. La evolución no se puede

concebir más que dentro de un proceso de cambio, dialécticamente. Si hasta 1883 los ambientalistas plantearon, además de la generación espontánea, que el organismo es una tabla rasa en donde el ambiente imprime su huella como quien escribe sobre un folio en blanco, a partir de aquella fecha las concepciones se volvieron del revés y la herencia se puso en primer plano: existen unos corpúsculos que se transmiten de manera inalterable de padres a hijos a los que no les afecta nada ajeno a ellos mismos y, sin embargo, son capaces de condicionar la configuración de los seres vivos. Si hasta 1883 la biología sostuvo que los caracteres adquiridos eran heredables, a partir de entonces, con Weismann prevaleció la concepción opuesta exactamente: ningún carácter adquirido era heredable.

Este giro demostraba la inmadurez de esta ciencia, que había reunido un enorme cúmulo de observaciones dispersas relativas a especies muy diferentes (bacterias, vegetales, peces, reptiles, aves) que habitan medios no menos diferentes (tierra, aire, agua, parásitos), sin que paralelamente se hubieran propuesto teorías, al menos sectoriales, capaces de explicarlas. Sobre esas lagunas y tomando muchas veces en consideración exclusivamente aspectos secundarios o casos particulares, los positivistas han proyectado sus propias convicciones ideológicas y, desde luego, han tomado como tesis lo que no eran más que conjeturas. Pero no siempre es sencillo separar una hipótesis (ideológica, religiosa, política, filosófica) del soporte científico sobre el que se asienta.

Ni evolucionistas ni socialistas

En el siglo XVIII la medicina hipocrática condujo al auge del ambientalismo, que tuvo un enorme arraigo, alcanzado su máxima expresión en la obra de Montesquieu. El medio externo, y el clima en especial, no sólo determinaba el estado de salud sino también el carácter mismo de la civilización, su cultura y sus instituciones. El modo de vida de cada raza dependía del clima, se adaptaba estrechamente a las condiciones locales. Las diferencias geofísicas explican la diversidad biológica y social (165). Para un ciencia que estaba en sus inicios era inevitable, pues, empezar poniendo el énfasis en el ambiente exterior, e incluso identificar esa concepción con el fundador de la misma, Lamarck. Pero a lo largo del siglo las alusiones ambientalistas van a ser erradicadas, saliendo despedidos de la biología aquellos científicos a quien se imputaba la su introducción en la biología, especialmente Lamarck. Me resulta imposible descifrar -ni siquiera imaginar- los motivos por los que el ambientalismo se imputó a Lamarck y no a Comte. Quizá ello sea achacable a que muy pronto, a partir de la revolución de 1848, el positivismo iba a tener un carácter dominante, hasta el punto de identificarse con la ciencia y, por tanto, había que poner a Comte más allá de cualquier crítica y seleccionar a Lamarck como cabeza de turco, en donde Lamarck no es en realidad el propio Lamarck sino una reconstrucción artificiosa de su pensamiento, identificado primero con la generación espontánea y luego con la herencia de los caracteres adquiridos.

En cualquier caso, esa mixtificación es equiparable a las demás que se produjeron a finales del siglo XIX, ninguna de las cuales tuvieron -como veremos- carácter científico alguno, abriendo una etapa de la biología repleta de paradojas y contradicciones que aún no han sido ni siquiera despejadas. La teoría sintética ha convertido a la biología en una ciencia incoherente, sin principios generales, en donde las explicaciones de determinados fenómenos evolutivos no sirven para otro tipo de fenómenos parecidos o se contradicen con ellos. Así, por ejemplo, la ecología o la microbiología tienen muy poco que ver con la genética. Es una gran incongruencia de algunos partidarios de la teoría sintética que, por un lado, rechazan la influencia de los factores ambientales en la evolución de las especies y, por el otro, recurren a las catástrofes geológicas cuando sus postulados se encuentran ante un callejón sin salida. Como antes le ocurrió a la sicología, la ecología crecerá como una disciplina independiente de la biología, ambas mal articuladas entre sí y, por consiguiente, sosteniendo tesis contradictorias. Por ejemplo, la edición digital de 5 de octubre de 2009 de la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences* tituló así un artículo de dos investigadores de la Universidad de Kansas: “Un cambio climático pasado provocó el enanismo de las lombrices de tierra y otros pobladores del suelo”. Del mismo modo en los manuales de ecología es posible leer afirmaciones tales como que la “tensión ambiental” produce nuevas especies y que el

hombre es “producto” de las glaciaciones (165b). Si los ciclos climáticos no han podido influenciar la evolución, como sostiene la teoría sintética, no tienen sentido esas continuas alusiones de los paleontólogos a las glaciaciones que ha experimentado el planeta. Cuando el planteamiento pasa de la ecología a la microbiología se obtiene la misma conclusión. Aunque lo intentó, la teoría sintética nunca tuvo buena sintonía en el universo de las bacterias y los virus, de mamnera que muy pronto tuvo que salir por la puerta de atrás. En las obras de microbiología es muy frecuente encontrar explicaciones abiertamente lamarckistas que en otro contexto serían inaceptables. Se pueden leer argumentaciones como las siguientes:

> El mundo de las bacterias en cualquier estadio de la historia del planeta ha estado condicionado por el estado de su hábitat. Si éste ha sido estable, su población microbiana habrá permanecido estable; si ha sido cambiante, su población bacteriana habrá cambiado con él.
>
> De ahí también se sigue que las bacterias que viven en asociación con organismos superiores, como *E.coli* en nuestro intestino, o las bacterias fermentadoras que viven en el rumen del ganado, o las que habitan en los nódulos radiculares de las plantas, habrán evolucionado junto con sus patrones, en las direcciones determinadas por éstos. Incluso la evolución de los patógenos, que perjudican a sus patrones, se habrá visto muy influida por éstos (165c).

No sólo las bacterias sino todos los seres vivos forman una unidad estrecha con su medio, con el que interactúan permanentemente. Si las funciones fisiológicas dependieran de componentes internos (génicos) que son inmutables, es difícil explicar por qué los órganos de los sentidos están en fase con los factores ambientales, por qué el ojo humano es más sensible a las radiaciones que están en el espectro de los 400 a los 800 nm. de longitud de onda, que es la que llega hasta la superficie del planeta. Los manuales de biología y genética de los mendelistas siguen de espaldas a la realidad sin aludir para nada a ningún factor ambiental. En ellos apenas encontramos algo más que las famosas “mutaciones al azar”, siempre referidas al genoma. Pese a ello, los mendelistas nunca lograron erradicar al ambiente de la biología sino que las referencias a su influjo se utilizaron de una manera oportunista. En el caso de los dinosaurios, los meteoritos no explican su vida pero sí su muerte (166), si bien a fin de mantener la validez de los postulados antiambientalistas es imprescindible, a su vez, sacar a la muerte (a las extinciones y a la enfermedad) de la biología y llevarlos a los estudios de medicina.

En el nacimiento de la teoría de la evolución en 1800 las referencias a las circunstancias, al medio y al entorno eran tan ambiguas como cualesquiera otras utilizadas en la biología (y en la sociología), pero no son suficientes para explicar el repudio que empezaron a desencadenar en un determinado momento del siglo. Nos encontramos ante un caso único en la ciencia cuya explicación merecería reflexiones muchísimo más profundas del cúmulo de las que se han venido exponiendo durante cien años. Resultaría sencillo comprobar que los motivos del funeral de Lamarck no son científicos sino políticos, que además del estado inicial de la biología, también concurrieron factores de otro tipo (ideológicos, políticos, económicos) que explican el visceral rechazo de la figura y la obra del naturalista francés. Bajo una débil cobertura deísta, la obra de Lamarck es un choque directo con cualquier forma religiosa, una propuesta abiertamente anti-creacionista y atea, en un momento en el que, consolidada la revolución burguesa, Napoleón buscaba un acuerdo con el Vaticano que se consagró con la firma del concordato de 1801, que selló un tipo de fundamento ideológico para su Imperio, muy distinto del escabroso enciclopedismo que había propiciado la revolución, la república y el terror. Como cualquier otro funcionario, desde 1801 los sacerdotes católicos también recibirían su sueldo del Estado, las propiedades de la Iglesia debían ser respetadas, el Estado participaría en el nombramiento de los obispos, etc. El Vaticano necesitaba recuperar una parte al menos de su secular dominio ideológico, uno de cuyos dogmas, el creacionismo, chocaba frontalmente con la teoría de la generación espontánea. Por ejemplo, en sus manuscritos de 1844

Marx empleaba la tesis de la generación espontánea para la crítica de la religión, que entonces constituía uno de los elementos fundamentales en la elaboración de su propio pensamiento. Se remonta a Aristóteles para afirmar que el hombre debe al hombre su existencia, y no a dios. La *generatio aequivoca*, concluye Marx, es "la única refutación práctica de la teoría de la creación" (167). Estas y otras parecidas eran el tipo de concepciones a erradicar en aquel momento, especialmente tras la sacudida continental de 1848. Promocionando los dogmas eclesiásticos, el Imperio napoleónico se ayudaba a sí mismo, consolidaba su propia estabilidad interna, impedía el retorno a 1789. Fuera de Francia, los demás Estados europeos, a medida que rehuían el enciclopedismo se arrojaban en los brazos del Vaticano con más ímpetu aún, si cabe.

El transformismo de Lamarck estaba de tal manera encadenado a la teoría de la generación espontánea que rompía el monopolio ideológico que la Sante Sede pretendía preservar en el mundo entero y, singularmente, en una Francia carcomida por el enciclopedismo, donde la jerarquía católica estaba vinculada a los sectores más reaccionarios partidarios del Antiguo Régimen, mientras los republicanos –la extrema izquierda de la época- eran las fuerzas sociales que tomaron el transformismo de Lamarck como un ariete en la lucha contra aquel contra-ataque de la reacción. Fue el comienzo de una de aquellas características batallas políticas entre la ciencia y la religión que estallaron en el siglo XIX. Si la reacción católica se mantuvo en el creacionismo, los demócratas se pasaron al ateísmo: dios no existía porque los seres vivos no los había creado nadie, sino que eran una transformación de la propia naturaleza. Cuando la revolución burguesa se consolidó, había que olvidar el terror que la había consolidado junto con aquellas fuerzas ideológicas que lo habían promovido. En fin, una criatura de la república como Napoleón prefirió apoyarse en los católicos que en los republicanos, en un hugonote como Cuvier antes que en un ateo como Lamarck. No había nada más anti-evolucionista que aquel Imperio francés en el que los hijos renegaban de sus padres, es decir, de su mismo origen. En el peor momento posible Lamarck, sus teorías y sus seguidores, se convirtieron en el estandarte del ateísmo y el republicanismo, especialmente en Francia y Estados Unidos (167b).

Lamarck y Lysenko son dos personalidades científicas vilipendiadas y ridiculizadas aún hoy en los medios científicos dominantes por los mismos motivos: porque defienden la misma teoría de la heredabilidad de los caracteres adquiridos. Pero hay algo más importante que une a Lysenko con Lamarck: si aquel defendió la revolución rusa, éste defendió la revolución francesa y la reacción burguesa es rencorosa, no olvida estas cosas fácilmente: "No sorprende que el pensamiento lamarckiano haya influido sobre los pensadores revolucionarios franceses y tampoco que haya sido la doctrina oficial de Rusia en la época (aproximadamente 1937-1964) en que la ciencia agrícola estuvo dominada por las opiniones de Trofim Denisovich Lysenko y los genetistas mendelianos se encontraban en desgracia por creer en la desigualdad genética de los hombres" (168). Los revolucionarios como Lamarck creen en la igualdad de todos los hombres; por eso murió en la miseria, ciego, abandonado por todos y sus restos han desaparecido porque fueron arrojados a una fosa común, mientras los de Darwin yacen en el centro mismo de Londres, en la abadía de Westminster, junto a los de Newton. Quizá porque Lamarck no dedicó su obra a un príncipe, ni a un marqués, ni a ningún potentado sino "al pueblo francés", una dedicatoria nada habitual en los libros de ciencia.

Por ese motivo, lo mismo que Lysenko, Lamarck es otra figura denostada y arrinconada en el baúl polvoriento de la historia científica. Es muy extraño porque es realmente difícil encontrar una rama del saber cuyo origen deba tanto a un solo científico, como la biología evolucionista debe a Lamarck. Me parece muy pertinente la valoración que realizó Gould de la obra del naturalista francés: "Una idea tan difusa y amplia como la de evolución no puede reclamar un único iniciador o punto de partida [...] Pero Lamarck ocupa un lugar especial por ser el primero en trascender la nota a pie de página, el comentario periférico y el compromiso parcial, y en formular un teoría de la evolución consistente y completa: en palabras de Corsi, 'la primera gran síntesis evolucionista de la biología moderna'" (169). Naturalmente que el olvido del naturalista francés no se puede atribuir a la ignorancia porque incluso la ignorancia -que abunda- no es aquí casual sino plenamente

deliberada, es decir, que se trata de un caso claro de censura académica. Por ejemplo, en castellano de toda la obra de Lamarck sólo se ha traducido la “Filosofía zoológica”, una tarea que se llevó a cabo hace ya cien años para conmemorar el centenario de su publicación. No hay traducciones de otras obras y, naturalmente, Lysenko ni existe.

El tamaño, el espacio que ocupan los grandes pensadores en la historia, es importante. Por lo tanto también debería serlo en los manuales que exponen esa historia. La distribución del espacio dedicado a las distintas aportaciones de los científicos a una tarea común contribuye a medir y, por tanto a comparar, a unos y otros, incluso con independencia del acierto de sus concepciones. Sin embargo, en una obra de referencia, como la historia de la “biología” que escribió Mayr, las referencias a Lamarck no alcanzan ni el dos por ciento de las páginas del texto. La obra de Bowler apenas dedica a Lamarck un par de páginas de un total de 400, es decir, un 0,5 por ciento, que si cuantitativamente es insignificante, cualitativamente es un resumen falso, es decir,q ue hubiera sido preferible que se abstuviera de cualquier comentario (170). En cualquier otro campo del saber, ese porcentaje daría a entender que se trata de un autor marginal. El naturalista francés no fue el primero en establecer la evolución de los seres vivos y, por consiguiente, en romper con la inercia de un pensamiento milenario, sino que ha quedado como un precedente anecdótico de esa evolución, o incluso de Darwin. También es significativo que cuando algunos ensayos critican a Lamarck o Lysenko, no aparecen citas textuales sino vagas referencias, tópicos y lugares comunes que se vierten en la medida en que se necesitan y en la forma en que se necesitan. Lamarck marcó una pauta a la que seguiría Lysenko y otros científicos marginados: la “crítica” es tanto más estridente cuanto más desconocido es aquello que se “critica”. Para poder divulgar tan infundadas “críticas” hay que obstaculizar el acceso directo a las fuentes originales. Es la mejor forma de preservar el engaño. En 2009 se conmemoró el 150 aniversario de la publicación de “El origen de las especies” sin una sola mención al 200 aniversario de la “Filosofía zoológica”, lo cual es bastante más significativo que un simple descuido.

La biografía de Lamarck es tan sorprendente -por lo menos- como su obra. La revolución francesa había aupado a los científicos a las más altas cumbres de la gloria política como nunca se había visto anteriormente. Fueron adulados, agasajados y recompensados en vida con cargos de responsabilidad, sueldos elevados y menciones honoríficas, tanto durante la monarquía, como durante la república, el consulado y todas las formas de gobierno que se fueron sucediendo posteriormente. Científicos como Laplace, Lamarck o Cuvier mueren aproximadamente en las mismas fechas, coincidiendo con la revolución de julio de 1830 que inició en Francia el reinado de Luis Felipe de Orleans. Todos ellos, excepto Lamarck, estaban entonces en la cúspide de su gloria, disfrutando de innumerables prebendas. Sorprendentemente, después de dos siglos la situación no ha cambiado; Lamarck sigue siendo un autor más denostado que leído que siempre aparece aislado, como una curiosidad de la historia de la biología. A diferencia de Darwin, no tuvo defensores acérrimos como Huxley o Haeckel pero sí tuvo poderosos detractores, tanto en la política como en la ciencia, que son mucho más loados que él, como Virchow o Cuvier. Aunque ambos habían trabajado juntos, Cuvier era una generación más joven que Lamarck y cuando le encargan leer el discurso funerario de éste, lo que prepara es una diatriba en toda regla contra su viejo amigo y colega, “un panfleto tan magistral como repugnante”, en palabras de Gould (170b). Afortunadamente Geoffroy Saint-Hilaire logró impedir a última hora tamaño despropósito. Sin embargo, no pudo impedir que en lo sucesivo Lamarck fuera olvidado junto con sus últimos restos y que él mismo se viera obligado a mantener con Cuvier una agria polémica al año siguiente. Afortunadamente, en aquella época, cuando aún el positivismo anodino aún no había triunfado, estallaban grandes polémicas científicas que eran seguidas apasionadamente por numerosos lectores, aficionados y autodidactas. La de 1830 entre Geoffroy Saint-Hilaire y Cuvier sólo se apagó por la muerte de éste dos años después y, pese a su interés, apenas ha vuelto a ser recordada. Con otros términos, la misma sigue siendo de actualidad. Siguiendo a Buffon, Geoffroy Saint-Hilaire defendía que en la naturaleza existía una unidad de plan que él consideraba manifiesta por los hallazgos de anatomía comparada que encontraba entre animales muy separados filogenéticamente.

Apoyándose en esas similitudes anatómicas, Geoffroy Saint-Hilaire planteó numerosas hipótesis que Cuvier el naciente positivismo se tomaron con gran desconfianza. Esas homologías, sostenía Geoffroy Saint-Hilaire, conducían a suponer que el origen de las especies estaba en un mismo antecedente, a partir del cual se generó la diversidad de materia viva que observamos en la naturaleza. La semejanza anatómica conducía a una filiación común, a partir de la cual, las diferentes condiciones ambientales externas había diversificado las especies por influjo directo, el que erróneamente se imputa a Lamarck. Curiosamente, aunque en la polémica Von Baer apoyó explícitamente a Cuvier (170c), Geoffroy Saint-Hilaire proponía un mecanismo epigenético de la evolución y diversificación de las especies partiendo de un ancestro común que operaba mediante imperceptibles cambios cuantitativos y graduales, es decir, que era contrario al preformismo (171).

Cuvier también estaba interesado por la anatomía comparada, una disciplina de la que -erróneamente- ha pasado a ser considerado como el fundador. No obstante, en todos los sentidos, con los mismos datos, su posición era la opuesta a Geoffroy Saint-Hilaire. Cuvier reconocía la homología que, sin embargo, interpretaba de una manera puramente funcional, y no morfológica como Geoffroy Saint-Hilaire. Donde éste era evolucionista, Cuvier era fijista; donde era epigenetista, Cuvier era preformista; donde defendía los cambios graduales, Cuvier defendía las catástrofes y alteraciones repentinas. El pasado no era la materia prima del presente, no se transforma en presente sino que había desaparecido antes de la creación del presente. El tiempo rompe su sucesión temporal, el presente no es consecuencia de un cambio proveniente del pasado. Una nueva creación sólo es posible gracias a una extinción previa. El motivo que aduce Cuvier para oponerse al transformismo es claro: si las especies existentes hubieran surgido de las extintas, también deberían aparecer las intermedias; sin formas intermedias no hay evolución. Por consiguiente, las especies desaparecidas eran tan inmutables como las presentes y desaparecen sin dejar rastro. En ese tipo de explicaciones, puramente discontinuas, no tiene cabida ni la herencia de los caracteres adquiridos y ni ninguna teoría biológica basada en el transformismo; no hay más que creaciones y extinciones. El preformismo de Cuvier y su positivismo estrecho prefiguraban el futuro de la biología. Lo mismo en 1830 que en 1900 bajo las catástrofes, extinciones y mutaciones lo que se ocultaban eran concepciones antievolucionistas, como las de Cuvier, De Vries o Bateson.

Nunca existió una autopsia que diagnosticara cuáles eran las causas de la muerte científica de Lamarck. El naturalista francés ni siquiera era digno de una crítica porque la crítica mantiene vivo el pensamiento del autor; el de Lamarck era mejor olvidarlo. Las exequias científicas del francés las llevaron a cabo políticos y no científicos, por más que sus sepultureros ostentaran reputados diplomas. Lo mismo que Virchow, Cuvier (1769-1832) era un político muy influyente en la corte de Carlos X, de la que llegó a ser presidente del Consejo de Estado. Ambos, Virchow en Alemania y Cuvier en Francia, sólo fueron científicos durante su juventud; el resto de sus vidas las dedicaron al ejercicio profesional de la política, con una especial capacidad para influir sobre los planes de educación, las inversiones en instituciones científicas, la financiación de determinadas revistas, etc. Ambos, Virchow y Cuvier, eran antievolucionistas y esas concepciones fueron las que promocionaron desde los cargos de responsabilidad que ocuparon. Cuando en 1856 aparecieron en Alemania los primeros fósiles de neandertal, Virchow negó que se tratara de un antecedente humano: era un hombre pero deforme, un monstruo, una tesis que mantuvo hasta su muerte, a pesar de los hallazgos se fueron repitiendo (172). Por su parte, a Cuvier le corresponde una frase célebre de las que deben pasar a la historia de los disparates científicos: “El hombre fósil no existe” (172b). A pesar de ello, Cuvier ha pasado a la historia como uno de los fundadores de la paleontología, mientras que Lamarck es ajeno por completo a ella. Lamarck fue enterrado muy pronto porque era la única manera de enterrar el evolucionismo.

Sin embargo, parece evidente concluir que el ostracismo de Lamarck -y de las primeras concepciones evolucionistas- no se puede atribuir exclusivamente a la labor de Cuvier sino a un cúmulo de factores de todo tipo, ajenos a la ciencia misma, que están en la sociología, la economía, la política y la cultura, en general, así como en los derroteros que fueron experimentando a lo largo del siglo. Por ejemplo, no cabe duda de que el pensamiento lamarckista chocó frontalmente con la

ideología positivista dominante desde mediados de siglo. Lamarck era un teórico de la biología en un momento en el que las corrientes científicas dominantes repudiaban las teorías, las leyes y los postulados generales, reclamando hechos, experimentos o investigaciones de campo. Si por algo destaca la obra de Lamarck es por su audacia, su capacidad de aventurar profundas generalizaciones con muy pocos hechos sobre los que apoyarse, e incluso sobre ninguno. Muy pronto a los coleccionistas de hechos debió parecerles que su profunda reflexión estaba anticuada, que pertenecía a otro siglo.

Una buena explicación del ostracismo de Lamarck -que no existe- explicaría el éxito inmediato de Darwin, explicaría también el traslado del evolucionismo fuera de Francia, a Gran Bretaña y Alemania, así como el nuevo sesgo ideológico y cultural que eso supuso para la biología. El 1814 París era la capital de la biología, "la meca de los naturalistas", la llama Bowler (173). Renunciando a Lamarck Francia renunció a desempeñar un papel cabecero en biología y en la cultura europea ilustrada, en general. En particular, Francia dejó que los británicos escribieran la historia de la biología que ha sido, es y seguirá siendo la historia de la biología y de los biólogos anglosajones mientras sean ellos quienes tengan la hegemonía en el mundo. Por su parte, la burguesía inglesa, que había realizado su propia revolución un siglo y medio antes, de una manera bien diferente, también tuvo su propio proceso de digestión. La polémica de Godwin con Malthus demostró que estaba lo suficientemente madura para aceptar un cierto tipo de evolucionismo siempre que de deshiciera del enciclopedismo francés. Es más: a diferencia de otros países, la burguesía inglesa estaba en una situación política que la permitía poner al evolucionismo en el centro de la ciencia, tanto en su país como en el mundo entero. Thomas Huxley era evolucionista antes de que Darwin escribiera "El origen de las especies" en 1859 y Robert Owen era lo contrario precisamente por el sesgo ateo y materialista que Lamarck le había dado. Ambos, Huxley y Owen, lo mismo que Cuvier en Francia y Virchow en Alemania, ocupaban los cargos políticos imprescindibles para encumbrar o arrinconar una teoría, cualquiera que fuese. Menos conocido que Huxley, Robert Owen (1804-1892) era superintendente de historia natural, un científico que no necesitaba padrinos dentro del poder político porque él era quien apadrinaba a unos con la misma invocación con la que rechazaba a los otros: en el nombre de dios y de la creación. Bowler resume así la situación previa a la explosión causada en 1859 por "El origen de las especies":

> En la atmósfera fuertemente cargada de los años cuarenta del siglo pasado [siglo XIX], Owen sirvió bien a sus maestros conservadores al bloquear resueltamente los intentos de los radicales por postular relaciones lo suficientemente estrechas para justificar la teoría de la transmutación [transformismo de Lamarck] (173b).

También al otro lado del canal de La Mancha, pues, la reacción política llevaba décadas batallando contra el evolucionismo. Lamarck era el centro de una controversia política e ideológica porque su transformismo era "una teoría atea que únicamente atraía a los revolucionarios políticos". En aquella controversia, como en las sucesivas, el poder político no sólo puso en marcha sus propias capacidades de presión económica y social. Tampoco se limitó a los argumentos científicos o a la manipulación de los museos o la enseñanza. Las maniobras fueron bastante más turbias. Por ejemplo, Owen "logró frustrar los esfuerzos de los evolucionistas franceses de utilizar el ornitorrinco de pico de pato como eslabón entre los reptiles y los mamíferos, porque fue el único que tuvo acceso a un buen abasto de especímenes" (173c). El poder político permite el disfrute de unos privilegios a costa de los demás, y muchas veces del retardo de la ciencia.

Darwin se encontró con la mayor parte de la tarea acabada. Hubiera sido incapaz de llegar por sí mismo a formular una teoría de la evolución de no poder apoyarse en el naturalista francés. Lamarck está plenamente introducido en la obra de Darwin. Al mismo tiempo no puede mencionar su enorme deuda intelectual con el francés para no reavivar una vieja polémica con la que prefiere guardar las distancias. Darwin no quiere enfrentamientos y mucho menos que le identifiquen con un materialista francés. A lo largo del siglo XIX en el imaginario burgués la revolución francesa juega el mismo papel de espantajo *ad hoc*, de construcción artificiosa, que luego desempeñó la revolución

bolchevique. Era el ejemplo de lo que no debe volver a repetirse. En la ciencia la burguesía inglesa imitó su propia revolución: si a la evolución pero no al lamarckismo. Esa es la esencia del pensamiento de Darwin, que ha llegado hasta nuestros días. Es lo que permitió que Huxley y Owen coincidieran a partir de puntos de vista diametralmente opuestos. También es lo que permitió que Darwin triunfara allá donde Lamarck fue silenciado (173d).

Entendido a la manera usual, el lamarckismo rompía la individualidad clasista de la burguesía, la disolvía en una marejada informe. Las alusiones ambientalistas tenían un componente corrosivo para una burguesía atemorizada por la experiencia del siglo XIX. Sobre todo tras la I Internacional y la Comuna de París, hablar del ambiente se hizo especialmente peligroso, signo de obrerismo y de radicalismo, y Lamarck era la referencia ineludible en ese tipo de argumentaciones. Frente al ambientalismo socialista, igualitarista, la burguesía busca un significado singular para el nuevo contenido semántico de la palabra "herencia" que se ciña a los individuos de una especie, no a la especie misma y, desde luego, tampoco al propio ambiente, que es colectivista por antonomasia. La utilidad del nuevo significado de "herencia" iba a ser la misma que la del grupo sanguíneo, la raza, el gen o las huellas dactilares. Sin embargo, parece obvio constatar que la introducción de una especie en un hábitat que no es el suyo, como el conejo en Australia, modifica éste de manera radical y definitiva. Si habitualmente no se considera este supuesto como "herencia de un carácter adquirido" es porque, lo mismo que el carácter, la expresión "herencia" se toma en un sentido individual. ¿No es heredable el medio? Cuando algunos simios comenzaron a caminar en bipedestación, no se trató de una modificación del medio, ni del organismo sino de ambas cosas a la vez y, desde luego, fue algo heredado porque no vuelve a repetirse en cada generación. Lo mismo cabe decir de la domesticación de algunos animales por los seres humanos, que no sólo los modificaron irreversiblemente sino que la especie humana también quedó modificada junto con ellos. Había que acabar con la maldición lamarckista y el mal ambiente revolucionario del momento. A finales del siglo XIX la burguesía tenía que dar un giro de 180 grados a su concepción de la biología: empezar de dentro para ir hacia fuera. Es el papel que desempeñó el micromerismo, una corriente ideológica asociada al positivismo que trata de explicar la materia viva a partir de sus elementos componentes más simples. A partir de 1839, con el desarrollo de la teoría celular, el micromerismo fue encontrando partículas cada vez más pequeñas de la materia viva (núcleo, cromosomas y genes), reales o inventadas, sobre las que concentrar la explicación de los fenómenos vitales.

El micromerismo se incuba a mediados del siglo XVIII por dos vías diferentes. En Francia por el esfuerzo de Buffon para trasladar a la biología la física de Newton y, más concretamente, su atomismo. En Alemania y en Maupertuis es consecuencia de la influencia de las mónadas de Leibniz. Sin embargo, el micromerismo obtuvo su impulso definitivo en la teoría celular, un extraordinario ejemplo de la dinámica de los descubrimientos científicos (173e). La célula era una partícula conocida desde el siglo XVII y a la que Lamarck prestó una considerable atención en su "Filosofía zoológica". Lo que en 1839 llevaron a cabo Schleiden y Schwann no consistió, pues, en aportar un nuevo descubrimiento sino en desarrollar una nueva teoría en torno a algo ya conocido, la célula, poniéndola en el primer plano de la fisiología de los seres vivos. Engels destacó la teoría celular como uno de los tres avances científicos más importantes del siglo XIX. Pero la teoría celular de Schleiden y Schwann no es la teoría celular de Virchow; la primera se expone en 1839 y la segunda en 1855; entre ambas, más que un breve lapso temporal, lo que se levanta es el abismo de la revolución de 1848, que marca el final del romanticismo, del idealismo alemán y de la filosofía de la naturaleza, y el comienzo de la era positivista.

Conviene aclarar las repercusiones de esta ruptura de 1848 sobre la teoría celular porque en ella se combinan históricamente aspectos distintos a través de los cuales Virchow deslizó sus propias convicciones ideológicas. Comte fue un enemigo declarado tanto del concepto de célula como de la teoría celular, de manera que lo que Virchow logra es una componenda entre ambas corrientes hasta entonces enfrentadas: el positivismo y la teoría celular. Su éxito es que a través del positivismo los científicos incorporen para sí un concepto que hasta entonces les parecía excesivamente filosófico.

No obstante, para lograrlo era imprescindible realizar una serie de retoques a la teoría.

Lo mismo que en física, también en la biología venían pugnando de antaño concepciones tanto continuas como discontinuas. La teoría de los fluidos vitales, aquella vieja teoría de los humores procedente de la medicina hipocrática griega, se basaba en la continuidad. Los fluidos o humores, especialmente la sangre, eran los elementos que determinaban los caracteres del organismo y están también en la base de la pangénesis de Anaxágoras, Demócrito y otros filósofos de finales del siglo V a.n.e. (174), una teoría que pone en mutua relación a los diferentes componentes del organismo. A diferencia de los sólidos, los líquidos (plasma) pueden mezclarse y combinarse (*krasis*) en cualquier proporción y tienen un carácter derivado de los "elementos primarios" (agua, aire, tierra y fuego). Un organismo presentaba determinados rasgos característicos como consecuencia de una determinada combinación de los fluidos vitales, algo que ha trascendido al lenguaje coloquial (buen humor, mal humor). Así, originariamente la noción de protoplasma no era un componente de la célula sino un fluido originario a partir del cual se desarrollaban los organismos (175). Por lo tanto, hasta el siglo XIX, quizá hasta la obra de Bichat (176), los fluidos desempeñaban el papel que luego se atribuyó a los genes. La pangénesis de Darwin, por ejemplo, formaba parte de esa concepción continua, totalmente coherente con el gradualismo de su teoría evolutiva. En la mayor parte de los estudios sobre el origen de la vida, tanto en biología como en cosmología, es frecuente emplear las expresiones "caldo" o "sopa" para aludir a una supuesta sustancia originaria, líquida y caliente, la *warm little pond* de Darwin (177), cuyos precedentes están en la teoría de los humores.

Con su teoría celular Schleiden y Schwann no sólo no modifican esa concepción continua sino que la conciben dialécticamente, es decir, integran la continuidad con la discontinuidad característica de las células como unidades complejas de todos los organismos vivos. Esa integración es clara cuando el protoplasma se concibe no sólo como una parte integrante de la célula sino como la parte decisiva de ella porque es el componente originario. Según Schwann las células no eran originarias sino que procedían de un blastema o retoño primitivo. De una forma transfigurada, esa misma concepción adquiere hoy una nueva forma trascendental para la teoría de la evolución: la del paso de las células procariotas, sin núcleo definido, a las eucariotas o células nucleadas. Si bien tampoco se conoce con certeza el modo en que ese salto se produjo, lo que parece indudable es, sin embargo, que existió y, por tanto, que las células procariotas son antecedentes de las eucariotas. Esto indicaría que la concepción de Schwann sería correcta.

La teoría celular Schleiden y Schwann expresa la unidad de la diversidad, es decir que, junto al concepto de "unidad de tipo" que luego defenderá Darwin, reconduce la gigantesca multiplicidad de los seres vivos, animales y plantas, a un único componente: la célula. Los seres vivos son todos ellos diferentes pero todos ellos se componen también de células similares, que desempeñan funciones similares, se duplican de manera similar, etc. La teoría celular descubre la unidad interna de la materia viva en medio de la gigantesca biodiversidad, reconduce la enorme multiplicidad de animales y plantas a un componente común a todos los seres vivos. Pese a sus enormes diferencias, todos los organismos vivos se componen de células, que son parecidas para todos ellos: unidades que se reproducen a sí mismas. Cualquier organismo vivo, por complejo que sea, se desarrolla a partir de una única célula.

A pesar de que tanto Schleiden y Schwann como Virchow son alemanes, su formación es distinta. Schleiden y Schwann forman parte de la gran tradición de la filosofía de la naturaleza, que prolongaba el idealismo clásico alemán, especialmente Schelling, Goethe y Oken. Por eso, aunque no están ausentes las expresiones positivistas, mecanicistas y reduccionistas que entonces comenzaban a emerger, su concepción es fundamentalmente dialéctica, mientras que Virchow es un mecanicista vulgar que está en la tradición de Vogt, Moleschott y Büchner. La tesis de Schleiden y Schwann resultó sutilmente desnaturalizada por Virchow, quien dio uno de esos vuelcos característicos de la biología del siglo XIX. Ambas parecen próximas y llevan un nombre parecido (teoría celular, en un caso, teoría de las células, en el otro), pero no son idénticas. Virchow impone una versión atomista y mecánica no sólo de la teoría celular sino del propio organismo vivo compuesto por células. Las concepciones de Schleiden y Schwann están abandonadas, afirma, y hay

que sustituirlas por su propia concepción, que califica de mecanicista: "Es casi imposible tener ideas más mecanicistas de las que yo profeso", reconocía. Sostiene que en el cuerpo no había otra cosa más que células, es decir, margina a los fluidos. Mientras Schleiden y Schwann consideran que las células nacen de un fluido originario, Virchow impone el postulado de que los fluidos eran secreciones de las células: son éstas y no aquellos los que tienen un carácter originario. Los líquidos que se observan entre las células están bajo la dependencia de ellas, porque "los materiales formadores se encuentran en las células".

La teoría celular de Virchow es discontinua y, dentro de un lenguaje muy singular, está expresamente enfilada contra la teoría de los humores: Virchow hablaba de la "democracia de las células" frente al "imperialismo absolutista de los humores". En su batalla contra los humores atacó brutalmente a Carl Rokitansky (1804-1878), el gran patólogo checo, defensor de la *Krasenlehre*, la vieja teoría hipocrática de la enfermedad. Se trataba, más bien de una teoría hematohumoral, en la cual la sangre es un fluido que recorre todos los órganos del cuerpo, poniéndolos en contacto y provocando la enfermedad como consecuencia de un equilibrio inadecuado (discrasia) de los componentes de las proteínas del plasma sanguíneo: la fibrina y la albúmina. Como consecuencia de las feroces críticas de Virchow, Rokitansky eliminó las alusiones a su *Krasenlehre* en una edición resumida de su conocido "Manual de Anatomía Patológica". Se acababa una época de la medicina y empezaba otra. Aunque Virchow le expresó su admiración, calificándole como "el Linneo de la patología", muy pronto su obra pareció un fósil: realizaba sus autopsias sin microscopio. Era el último homenaje a una clínica fundada en la pura observación. Sus contemporáneos no le entendieron: los traductores de sus obras al inglés y el italiano las mutilaron y deformaron burdamente (178).

Paradójicamente los precedentes micromeristas de Virchow no se pueden atribuir exclusivamente a la influencia positivista, sino que están en mismas raíces de la filosofía de la naturaleza y, concretamente, en Leibniz y Goethe, para quienes, a pesar de las apariencias, los seres vivos no eran sujetos individuales sino pluralidades autónomas (178b), una especie de confederación de mónadas o células. Esta errónea concepción filosófica permitió a Virchow asociar la teoría celular a un componente ideológico. Consideraba que en su época estaban en un periodo de plena reforma médica, cuya consecuencia fue "perder de vista la idea de unidad del ser humano". Esa unidad debía ser sustituida por otra, la célula: "La célula es la forma última, irreductible, de todo elemento vivo [...] en estado de salud como en el de enfermedad, todas las actividades vitales emanan de ella". El cuerpo humano no forma una unidad porque no tiene un centro anatómico sino muchos: cada célula es uno de esos centros y, por tanto, ella es la unidad vital (179). De ahí se desprende, continúa Virchow, que las especies más elevadas, los animales y plantas, son "la suma o resultante de un número mayor o menor de células semejantes o desemejantes". A causa de ello afirma sentirse "obligado" a dividir al individuo "no sólo en órganos y tejidos sino también en territorios celulares". Como el *Reich* bismarckiano, los organismos vivos también son Estados federales. El minifundismo celular de Virchow condujo a una concepción también descentralizada de las patologías, a la teoría del foco: no es el organismo el que enferma sino que dentro de él hay partes enfermas y partes sanas. En aquel *Reich* federal no existía coordinación ni órganos centralizados. No existía organismo como tal. Frente al romanticismo de la filosofía de la naturaleza se había impuesto la ilustración alemana, el individualismo.

Las células se asociaron rápidamente a lo que entonces se calificaba como infusorios, una categoría de seres vivos que, a comienzos del siglo XIX, era muy confusa. Para algunos historiadores de la biología el fundador de la teoría celular es Oken porque para este biólogo los infusorios no eran ni protozoos ni un grupo de organismos vivos sino todos aquellos de tamaño microscópico, los microbios, aunque fueran pluricelulares, es decir, que incluían a los paramecios, amebas, lombrices o algas. Para Ehrenberg los infusorios eran organismos simples pero perfectos, independientes, completos y provistos de organismos coordinados. Es el modelo que Virchow extendería a las células: éstas eran autosuficientes, unidades vitales "todas las cuales ofrecen los caracteres completos de la vida". Las células viven por sí mismas, actúan de manera aislada y funcionan

independientemente unas de otras. En consecuencia también son independientes del cuerpo del que forman parte, e incluso capaces de vivir indefinidamente: cada célula pervive en las dos células que le suceden. De ahí derivó lo que califica como "ley eterna del desarrollo continuo", según la cual la vida no procede de la materia inerte sino de la misma vida, (*omnis cellula e cellula*), esto es, que la vida es eterna y que las células derivan unas de otras. Se trataba de la liquidación del concepto de generación, aparentemente refrendada por los experimentos de Pasteur que demostraron el error de la generación espontánea. Virchow defiende una variante actualizada del preformismo según la cual los seres vivos no pueden proceder de "partes no organizadas" con la que anticipa la teoría de la "complejidad irreductible". El médico alemán es un ejemplo de aquel promotor inmobiliario que no es capaz de encontrar en los ladrillos y la ferralla el germen de los majestuosos edificios una vez elaborados porque no tiene en cuenta el proceso de su elaboración, es decir, la evolución.

La teoría celular volvió, pues, a replantear la teoría de la generación y dio nuevos aires a la biogénesis. Tras la exposición de Schleiden y Schwann, el polaco Robert Remak la había completado demostrando cómo se suceden las células por desdoblamiento de una de ellas en dos. Lo más simple era asociar la división celular a la tesis de la continuidad de la vida. Fue otro de los espejismos de la biología. La división celular parecía la imagen gráfica de la biogénesis. No obstante, ahí se confundían dos cuestiones diferentes: una cosa es explicar el origen actual de cada célula y otra el origen de las células desde el punto de vista de la evolución. En otras palabras, se confundía el origen de la célula con el origen de la vida porque ésta era sinónimo de aquella, del mismo modo que en 1900 serán los genes los que se confundirán con la vida. No obstante, la célula no es un componente originario de la vida sino un grado de organización alcanzado por ella después de una larga etapa de la evolución. Sólo es posible concebir la tesis de la continuidad de Virchow si al mismo tiempo se admite su pensamiento antievolucionista. Como tantas otras formas organizadas de la materia viva, la célula no puede explicar el origen de la vida porque es una consecuencia y no una causa de su evolución. Los organismos unicelulares ponen de manifiesto formas de vida ya complejas y desarrolladas que han debido surgir de otras inferiores, más rudimentarias. De ahí que la naturaleza manifieste formas intermedias de vida como las procariotas (organismos unicelulares sin núcleo) o los virus.

El propio Virchow reconoció que la aportación de Schwann a la teoría celular se había limitado a consignar que el cuerpo se compone de células, mientras que la teoría de la continuidad fue su propia aportación. Como ya he expuesto, se ha mezclado indebidamente a Pasteur en esta concepción por su demostración de la falsedad de la generación espontánea como si de esa manera Pasteur hubiera sustentado la teoría de la continuidad. La patología puede ahora aportar otros dos puntos de vista acerca de este mismo asunto. Uno de ellos es que Pasteur sostiene una concepción sistémica del organismo vivo que está muy alejada del micromerismo de Virchow, de su teoría celular así como de los focos: la enfermedad puede tener su origen en un punto del organismo pero sus consecuencias repercuten por todo el organismo o, al menos, por partes muy extensas del mismo. El otro es que, como también he expuesto antes, la enfermedad es un fenómeno ligado a la vida y, de la misma manera que ésta no surge espontáneamente, tampoco las enfermedades aparecen espontáneamente. Como la muerte y las extinciones, las patologías son un análisis de la vida en negativo y en sus distintas manifestaciones las infecciones externas desempeñan un papel muy importante.

En la URSS, de la misma manera que Lysenko se enfrentó al mendelismo, Olga Lepechinskaia hizo lo propio con Virchow, con idéntico –o aún peor- resultado de linchamiento. Lepechinskaia es otra de las figuras malditas de esta corta pero vertiginosa historia. Autores como Rostand la ridiculizan y Medvedev, demostrando su baja catadura personal, la califica de "buena cocinera". Es otra aberración científica soviética y, como en el caso de Lysenko, las concepciones de Lepechinskaia se presentan como únicas, originales y exclusivas. No obstante, otros magníficos cocineros como Sechenov combatieron las concepciones de Virchow desde 1860. Ludwig Büchner (180), Haeckel e Yves Delage (181) también expresaron la misma opinión que la soviética muchos años antes. Así por ejemplo, según Haeckel, las móneras, organismos unicelulares sin núcleo que hoy llamaríamos

procariotas, son los organismos de los que parte la vida y, en consecuencia, son previos a las células en el curso de la evolución: “La vida ha comenzado en un principio por la formación de una masa homogénea amorfa y sin estructura, que es en sí tan homogénea como un cristal [...] La vida propiamente dicha está unida, no a un cuerpo de una cierta forma, morfológicamente diferenciado y provisto de órganos, sino a una substancia amorfa de una naturaleza física y de una composición química determinadas” (182).

Con su teoría de las microzymas, Béchamp fue uno de los más claros opositores de la teoría celular en Francia. No es fácil, sin embargo, encontrar un equivalente actual del concepto que Béchamp utilizaba. Con la expresión microzymas se refería posiblemente a lo que hoy llamamos endosporas, fagos o retrovirus endógenos presentes en el interior de las células. En cualquier caso, Béchamp sostenía que dentro de las células había unidades vivas más pequeñas, es decir, que no procedían del exterior, que provocaban las fermentaciones y se transformaban (pleomorfismo) siguiendo un ciclo reversible: las microzymas se transformaban en “vibriones” y posteriormente en bacterias, pudiendo recorrer también el camino inverso (183).

Estas teorías moleculares o subcelulares fueron corrientes en Francia a lo largo del siglo XIX. El neurólogo francés Jean Nageotte (1866-1948) fue un conocido defensor de la misma. En 1922 escribió un tratado sobre la organización de la materia en sus relaciones con la vida, que en 1936 desarrolló con un sorprendente estudio, hoy olvidado, que se encuentra a caballo entre la biología y la cristalografía (183b). Nageotte subraya la importancia de los lípidos para la vida, en especial la mielina, “un edificio coloidal cristalino que, al mismo tiempo, es un componente anatómico con relaciones morfológicas y funcionales con el protoplasma nervioso”. La mielina tiene propiedades morfogenéticas y su estructura es parecida a la de las mitocondrias, a las que Nageotte daba una enorme trascendencia. Charles Robin, primer catedrático de histología de la Facultad de Medicina de París, era igualmente contrario a la teoría celular, materia que no se impartió en sus aulas hasta 1922. En 1946 Busse-Grawitz sostuvo la misma tesis que Lepechinskaia: que las células pueden aparecer en el seno de sustancias fundamentales acelulares.

Este tipo de experimentos fueron caracterísitcos de aquellos países cuyas concepciones científicas pudieron mantenerse al abrigo de la teoría sintética. Para comprenderlos hay que huir de la bibliografía anglosajona y recurrir a obras como la del veterinario polaco Larski, que explica plantea interrogantes que han desaparecido de los manuales usuales como, por ejemplo, el origen “protobióntico” de los virus. Según Larski los virus proceden de formas de vida precelulares. Los más primitivos estarían formados por ARN, porque los virus de las plantas son de ARN y las plantas son anteriores a los animales en la evolución.

La distorsión introducida es de tal magnitud que todas estas tesis, incluida la de Lepechinskaia, son fieles a las concepciones originarias de Scheleiden y Schwann. Esto es algo característico tanto en Lysenko como en Lepechinskaia: ambos se niegan a aceptar el giro que había experimentado la biología en la segunda mitad del siglo XIX, y no son los únicos.

La ideología micromerista

El micromerismo basó una parte de su éxito en la potencia del análisis, uno de los más eficaces medios de investigación científica en cualquier área del conocimiento. La biología molecular se ha convertido en una disciplina hiperanalítica, en bioquímica o, en cualquier caso, muy próxima a la química. Los métodos de la química se han trasladado a la biología molecular, donde cualquier unidad sometida a estudio se puede y se debe descomponer en sus partes integrantes para conocer su funcionamiento. El objetivo es la purificación, el aislamiento de las sustancias, la identificación de lo que configura su identidad y su unidad, diferenciándola de cualquier otra y, especialmente, del medio en el que habita. Considerar como una única sustancia lo que es un compuesto de varias, conduce a errores importantes en química. La cuestión reside en saber si de los seres vivos se puede predicar lo mismo que de las sustancias químicas: si se les puede aislar, si tiene algún sentido científico hablar de su purificación.

Cualquiera que sea la respuesta a esa duda, el análisis no justifica las conclusiones mecanicistas de los positivistas, como pretende Russell: "El progreso científico se ha logrado por el análisis y aislamiento artificial [...] Por lo tanto, es en todo caso prudente adoptar la concepción mecanicista como hipótesis de trabajo, y abandonarla sólo cuando haya pruebas claras en contra de ella. En lo concerniente a los fenómenos biológicos, tales pruebas faltan totalmente hasta hora" (184). Pero el positivismo ha ido mucho más lejos de la prudencia y las meras "hipótesis de trabajo". El análisis nada tiene que ver con el mecanicismo ni con el reduccionismo. Aunque en ocasiones se estudian como si fueran cerrados, aislados, los organismos y los sistemas bióticos son abiertos.

El esquema micromerista está calcado del atomismo del mundo físico. El positivismo también lo intentó con la lógica formal, suponiendo que las partes explican el todo (185). También concebía que los fenómenos biológicos se podían explicar por sus componentes. Cualquier organismo vivo procede de una única semilla o de una única célula. Todo empieza por la unidad, la simplicidad y la homogeneidad. Sólo si la ciencia es capaz de comprender cuáles son los integrantes más pequeños de la materia, será capaz también de explicar los fenómenos macroscópicos. Por consiguiente, el todo se puede reducir a cada una de sus partes. Los cromosomas, la membrana, las mitocondrias, el aparato de Golgi y demás componentes de la célula son los que explican su funcionamiento. A medida que el positivismo fue imponiendo su cadena reduccionista, en cada paso siempre se quedaba algo por el camino. Cuando en la célula se concentra el interés en el núcleo, todo el citoplasma pasa a desempeñar un papel marginal; cuando en el cromosoma el interés se limita a los ácidos nucleicos, son las proteínas las que aparecen descuidadas; cuando de los dos ácidos nucleicos sólo se alude al ADN, es al ARN a quien se olvida; cuando en el ADN sólo se presta atención a las secuencias codificantes, el resto se desprecia como basura. Sin embargo, en el núcleo de la célula el ADN está enroscado en torno a las proteínas, algunas de las cuales se llaman histonas, de las que hay alrededor de 60 millones de cada uno de los tipos diferentes que se conocen. Esto significa que en el núcleo de cada célula hay dos veces más proteínas que ADN, a pesar de lo cual sus trascendentales funciones genéticas se ignoran o se menosprecian abiertamente.

Es muy frecuente confundir el micromerismo con una forma de "materialismo", cuando en realidad es un mecanicismo vulgar. Le sucedió a un filósofo de altura como Hegel y a un biólogo de la talla de Haldane. Por eso Rostand encuentra aquí una incongruencia entre los marxistas, los cuales -afirma- defienden el atomismo en física pero se oponen al atomismo en biología (185b). La diferencia es bastante obvia. No todos los fenómenos físicos se rigen por las leyes atómicas, salvo los del átomo. Los físicos no han confundido la mecánica cuántica con la mecánica celeste; no han reducido toda la física a la física de partículas, ni han pretendido explicar los fenómenos físicos recurriendo a las leyes que rigen el movimiento de las partículas subatómicas. Tampoco han cometido otro atropello común entre los mendelistas: tratar de explicar los fenómenos del universo teniendo en cuenta sólo una parte de las partículas subatómicas. Para exponer su concepción de la biología Schrödinger no vacila en afirmar con rotundidad: "El mecanismo de la herencia está íntimamente relacionado, si no fundamentado, sobre la base misma de la teoría cuántica" porque ésta "explica toda clase de agregados de átomos que se encuentran en la naturaleza" (186). ¿Y qué son los seres vivos más que átomos amontonados unos junto a los otros? ¿Por qué no experimentar con ellos en aceleradores de partículas? En la misma línea, Russell afirma lo siguiente: "Todo lo distintivo de la materia viva puede ser reducido a la química, y por ende, en última instancia, a la física. Las leyes fundamentales que gobiernan a la materia viva son, según todas las probabilidades, las mismas leyes que rigen la conducta del átomo de hidrógeno, o sea, las leyes de la mecánica cuántica [...] Las leyes de la herencia, como las de la teoría cuántica, son discretas y estadísticas [...] No hay ninguna razón para suponer que la materia viva está sujeta a leyes diferentes de las de la materia inanimada, y hay considerables razones para pensar que todo en la conducta de la materia viva es teóricamente explicable en términos físicos y químicos" (187). Aunque lo expresa con otras palabras, François Jacob repite idénticas nociones: "De la materia a lo viviente no hay una diferencia de naturaleza sino de complejidad". Por consiguiente, de lo muerto a lo vivo no hay más que diferencias de grado, puramente cuantitativas: lo vivo no es más que materia inerte algo más

complicada. Para analizar lo vivo hay que dividirlo en partes: "No se puede reparar una máquina sin conocer las piezas que la componen y su uso". Luego, cabe concluir, la vida no es más que una máquina como cualquier otra, lo cual se puede incluso seguir sosteniendo aunque esté en funcionamiento: "Hay al menos dos razones que justifican abordar el análisis del funcionamiento del ser vivo no ya en su totalidad, sino por partes..." (188). Pero un organismo vivo no es una máquina. En su conjunto, una máquina es menos fiable que cada uno de sus componentes tomados aisladamente. Basta una alteración en uno de ellos para que el conjunto deje de funcionar. Una organismo vivo, por el contrario, tiene unos componentes muy poco fiables, que se degradan muy rápidamente; las moléculas, como las células, se renuevan y mueren pero el organismo en su conjunto permanece idéntico a sí mismo aunque todos sus componentes se hayan deteriorado. La fiabilidad del conjunto contrasta con la fragilidad de los componentes (189).

El programa reduccionista empredido por los positivistas desde el siglo XIX ha fracasado en todas las disciplinas científicas en las que se ha ensayado. Así, Frege y Russell fracasaron al tratar de fundamentar la matemática en la lógica. Sin embargo, en biología las concepciones reduccionistas siguen siendo corrientes, e incluso el reduccionismo se presenta como la esencia misma del proceder científico, pretendiendo incluso llegar mucho más allá, a reducir la biología a la física, porque ésta sí es auténticamente científica. Para lograr esto Rostand tendría que demostrar primero que los fenómenos que estudia la física son equiparables a los fenómenos biológicos, y el marxismo sostiene todo lo contrario: que la biología no se puede reducir a la física, y ni siquiera la física se puede reducir a la mecánica. Aunque la materia viva procede de la inerte, se transforma siguiendo leyes diferentes de ella. Entre ambos universos hay un salto cualitativo, de manera que no se puede confundir a la materia viva con la inerte, ni al hombre con los animales. Tan erróneo es separar completamente al hombre de la naturaleza, como hace la Biblia, como equipararlos, que es lo que hacen los neodarwinistas (190). La complejidad creciente de las distintas formas de materia impide la reducción de las leyes de la materia viva a las de la materia inerte, pero a partir de ahí es igualmente erróneo sostener que la materia viva no es materia o que hay algo no material en la vida. Nada ha alimentado más al holismo que los absurdos reduccionistas (191). En consecuencia, el positivismo no se puede postular a sí mismo como alternativa a las corrientes finalistas y holistas, porque ambas son unilaterales y, por tanto, erróneas.

Los dos siglos transcurridos desde el nacimiento de la teoría celular ponen de manifiesto que la continuación puramente analítica de la biología como biología molecular, jamás logrará fundamentarla en las leyes de las física, en cualquiera de sus formas, y mucho menos en las formas que adoptaba la física en 1900, es decir, tanto en la atomística como en la mecánica. La diferencia entre cualquier artefacto mecánico y un organismo vivo, aún el más simple, consiste en que este último nunca agota el análisis. Mientras una máquina se puede separar en sus elementos componentes, que siempre son finitos, un ser vivo nunca se puede descomponer de esa manera, de modo que el análisis jamás puede lograr una descripción exahustiva. En biología no existen los átomos indivisibles de Demócrito. No basta comprender que los polímeros se componen de unidades más pequeñas y que cualquier polímero no es más que una determinada combinación de ellas. Las partes sólo se pueden comprender en su mutua interacción y en la mutua interacción con el todo que las contiene, un principio que Lamarck estableció entre los más importantes de su metodología. Según el naturalista francés, la alteración de una parte repercute sobre las demás y para conocer un objeto hay que comenzar por considerarle en su totalidad, examinando el conjunto de partes que lo componen. Después hay que dividirlo en partes para estudiarlas separadamente, penetrando hasta en las más pequeñas. Por desgracia, continúa Lamarck, no hay costumbre de seguir este método al estudiar la historia natural. El estudio de las partes más insignificantes ha llegado a ser para los naturalistas el tema principal de estudio: "Ello no constituiría, sin embargo, una causa real de retraso para las ciencias naturales si no se obstinasen en no ver en los objetos observados más que su forma, su color, etc., y si los que se entregan a semejante tarea no desdeñasen elevarse a consideraciones superiores, como indagar cuál es la naturaleza de los objetos de que se ocupan, cuáles son las causas de las modificaciones o de las variaciones a las cuales estos

objetos están sujetos, cuáles son las analogías entre sí y con los otros que se conocen, etc. De ese modo no perciben sino muy confusamente las conexiones generales entre los objetos, ni perciben de ningún modo el verdadero plan de la naturaleza ni ninguna de sus leyes” (192).

Al mismo tiempo, Hegel ya había advertido acerca de la falsedad de esa relación entre el todo y sus partes: el todo deja de ser una totalidad cuando se lo divide en partes. El cuerpo deja de estar vivo cuando se lo divide; se convierte en su contrario: en un cadáver (193), en materia inerte. Como su propio nombre indica, la teoría de la pangénesis de Darwin sigue esa misma concepción. Engels también denunció el mecanicismo. Dirigió su crítica contra el biólogo suizo Nägeli, quien consideraba explicadas las diferencias cualitativas cuando las podía reducir a diferencias cuantitativas, lo cual, continúa Engels, supone pasar por alto que la relación de la cantidad y la calidad es recíproca, que una se convierte en la otra, lo mismo que la otra en la una: “Si todas las diferencias y cambios de calidad se reducen a diferencias y cambios cuantitativos, al desplazamiento mecánico, entonces es inevitable que lleguemos a la proposición de que toda la materia está compuesta de partículas menores idénticas, y que todas las diferencias cualitativas de los elementos químicos de la materia son provocadas por diferencias cuantitativas en la cantidad y el agrupamiento espacial de esas partículas menores para formar los átomos” (194). No son los componentes los que diferencian al todo, ni es posible reducir el todo a una de sus partes, ni tampoco a una suma de ellas; tampoco se puede considerar como todo lo que no es más que una parte. Los ejemplos que pueden aducirse son muchos. Así, cuando un hombre fallece por causas naturales, por simple vejez, su edad quizá supere los setenta años. Ahora bien, sus células se han renovado periódicamente y muchas de ellas se habrán formado pocos días antes de la muerte del organismo. La edad del organismo no es la de las células que lo componen. Un organismo viejo puede componerse de células muy recientes y, a la inversa, un organismo puede subsistir a pesar de que una parte de sus células no se hayan renovado, hayan muerto o dejado de funcionar tiempo atrás. El caso de la ambliopía que antes he propuesto ayuda a ilustrar que la visión no depende sólo del ojo sino también del funcionamiento del cerebro. En química la isomería también ha demostrado la falsedad del micromerismo: sustancias que tienen la misma composición molecular pero diferente estructura, tienen también diferentes propiedades químicas. Lo mismo cabe decir en biología de los priones, una proteína que no se diferencia de otras por su composición sino por su forma. Una tragedia sanitaria, la talidomida, demostró hasta qué punto la función de las moléculas orgánicas no depende sólo de sus partes, de su composición química. La talidomida es, además, un ejemplo de la profunda corrupción de la biomedicina contemporánea. Se trata de un tranquilizante experimentado en los campos de concentración nazis y difundido a finales de los cincuenta en medio de una gran campaña publicitaria. Era el narcótico perfecto, “casi” sin efectos secundarios, en una sociedad tan narcotizada que acabó siendo dispensado incluso a las mujeres embarazadas para evitar las náuseas. El micromerismo demostró sus serios problemas con el “casi”. Cuando las mujeres consumidoras comenzaron a abortar y miles de niños nacieron con gravísimas malformaciones congénitas, especialmente en Europa, el “casi” empezó a llamar la atención, descubriendo que, como había advertido Pasteur un siglo antes, había dos talidomidas con la misma composición química pero distinta disposición espacial de sus átomos. El “casi” era la mitad, una mezcla racémica entre su parte dextrógira junto a la levógira. Sólo una mitad era inofensiva.

Para explicar su metodología micromerista Monod pone el ejemplo de un ingeniero extraterrestre que llega a la Tierra, encontrándose con un ordenador del que quiere conocer su funcionamiento. Según Monod, el ingeniero procedería a desmontarlo para analizar cada una de sus piezas, y no cabe duda de que eso le ayudaría a comprender muchas cosas sobre los ordenadores, excepto una: su funcionamiento. El extraterrestre avanzaría aún más en su comprensión si fuera capaz de volver a montar cada una de las ellas y enchufar el aparato a la red. A medida que el análisis avanza, lo que demanda, más que la continuación rutinaria del procedimiento, es una síntesis, invertir el procedimiento, como proponía Newton, quien denominó “método de composición” a la síntesis: el análisis es anterior a la síntesis, decía Newton, pero siempre hay que llegar a una síntesis. Lo que mejor demuestra las limitaciones del análisis es la síntesis, bien porque no llega nunca o aparece en

el delirio de Frankenstein de reconstruir un ser humano juntando los restos de órganos extraídos de las tumbas. El hombre, decía Pasteur, imita a la naturaleza, cada vez la imita mejor pero nunca dejará de ser un imitador. Aún conociendo la composición de la sangre, no se puede sustituir por una creación de laboratorio. Tampoco es posible recrear la leche materna y, por consiguiente, sustituirla por un compuesto sintético con la misma eficacia. El error se ha demostrado muchas veces. La aparición del escorbuto demostró que la nutrición no es sólo alimentación, que no es suficiente con saciar el apetito sino que es necesario dotar al organismo de determinados componentes esenciales. Pero la leche materna tampoco es ni alimentación ni nutrición, aunque en la década de los sesenta también se pretendió sustituirla por compuestos sintéticos uniformes. En el calostro va también una parte del sistema inmunitario que la madre transfiere al neonato. El ingrediente inmunitario de la leche materna se modifica cada día, algo que los productos sintéticos no pueden lograr. Que algunos médicos no quisieran comprender esto poniéndose al servicio de las multinacionales de la alimentación, causó muchas muertes y graves enfermedades a mediados del pasado siglo.

Ningún ser vivo se puede considerar como una federación celular, que transmite la noción estática de un mapa. Las células están en movimiento como consecuencia de los cambios (químicos, térmicos, radiactivos) que experimenta su entorno. A pesar de ello, la emigración celular aparece como un fenómeno marginal. Los manuales de citología deberían dedicar algún capítulo a explicar cómo se unen las células en un organismo pluricelular, cómo coordinan su actividad y cómo interaccionan entre sí. Si el número de células de un mamífero se cuenta por millones, las interacciones entre esas células es muy superior, pero es justamente esa parte la que permanece oculta. ¿Cómo se comunican las células entre sí? ¿Cómo coordinan su actividad? ¿Cómo se comunican las células con su entorno? El micromerismo retardó la obtención de respuestas a estos interrogantes y habitualmente las referencias ni abundan (195), ni ocupan tampoco el espacio que merecen. Por ejemplo, las glándulas de secreción interna (hipófisis, tiroides, los islotes del páncreas, las suprarrenales, los ovarios y los testículos) vierten sus mensajes, las hormonas, al torrente circulatorio. Una vez en la sangre, estas hormonas circulan por todo el organismo e interactúan con algunas células receptivas para un determinado mensaje, llamadas "células blanco". El sistema endocrino capta los cambios en el medio externo, ajusta el medio interno y favorece la actividad de cada célula de forma tal que la respuesta general se integre. Es, pues, uno de los mecanismos de coordinación celular, pero sólo uno de ellos.

La concepción federal de Virchow persistió durante la segunda mitad del siglo XIX y comienzos del siguiente, hasta que comenzó a extenderse la teoría del "sistema" nervioso superior de Sechenov y Pavlov. El centralismo retornó a la biología desde Rusia. Según Pavlov, "el todo se fragmenta progresivamente en partes constituyentes cada vez más elementales y se sintetiza de nuevo". Por lo tanto, el análisis debe conducir a la síntesis en un momento determinado, a la generalización, a la síntesis. Pavlov insistió en el papel coordinador del sistema nervioso, al que calificó como "el instrumento más completo para relacionar y conexionar las partes del organismo entre sí, al mismo tiempo que relaciona todo el organismo, como sistema complejo, con las innumerables influencias externas". Según Pavlov, "el organismo animal es un sistema extremadamente complejo, compuesto por un número casi ilimitado de partes conectadas entre sí y que forman un todo en estrecha relación y en equilibrio con la naturaleza ambiente" (195b).

Waddington fue uno de los pocos biólogos que mantuvo una actitud crítica hacia el micromerismo, expresándolo gráficamente: "La arquitectura en sí es más importante que los elementos que han servido para construirla". Pero las propias expresiones que se utilizan habitualmente en estos casos (todo, partes) son igualmente reminiscencias mecanicistas. Por eso Waddington apunta con más precisión cuando lo expresa de la siguiente manera: "Un organismo vivo no se puede comparar a un saco lleno de sustancias químicas, cada una de las cuales ha sido configurada por un gen particular. Su carácter peculiar lo admitimos implícitamente al decir de él que es un ser vivo. Ello presupone aceptar también que tiene la propiedad de estar organizado; pero ¿qué se entiende exactamente por organización? Se trata de un concepto bastante difícil de definir, por lo que quizá baste con que

digamos aquí que implica el hecho de que las partes de que se compone un ser organizado tienen propiedades que sólo pueden comprenderse del todo poniendo cada una en relación con todas las demás partes del sistema" (196).

El micromerismo ha impuesto también una causalidad unilateral fundamentada en dos errores capitales: los efectos están separados de sus causas y una (única) causa produce un (único) efecto. Esta concepción arranca con el origen en la bioquímica, en la discusión sobre los fermentos, un componente altamente especializado. Tiene hoy un profundo arraigo en varias disciplinas relacionadas con la biomedicina:

a) cada microbio causa una enfermedad (postulado de Henle-Koch)
b) cada fármaco cura una enfermedad (teoría de la diana de Ehrlich)
c) cada antígeno produce su anticuerpo
d) cada gen produce una proteína (Beadle y Tatum)

Es lo que sucede con la técnicas de los marcadores, es decir, la asociación de determinadas proteínas exclusivamente a determinados virus, lo que permite -según algunos- su identificación indirecta. Esto ha provocado importantes errores. En 1975 Robert Gallo anunció el descubrimiento del "primer retrovirus humano", el fantasmagórico HL23V causante de la leucemia. El "descubrimiento" se apoyaba en la aparición de unos "anticuerpos específicos" que no eran específicos sino secreciones celulares procedentes de personas sanas que no padecían leucemia.

La expresión más contundente de esta concepción micromerista es el dogma central de la biología molecular, en donde no sólo el genotipo es la causa del fenotipo, sino algo peor: un único gen que produce una única enzima. Esta simplificación transmite una imagen distorsionada de la fisiología celular, en donde se pueden estar produciendo más 5.000 reacciones bioquímicas de manera casi simultánea. La formulación micromerista del dogma arrastra, además, otra imagen -no menos distorsionada- de que el gen es anterior en el tiempo (y, por lo tanto, en la evolución) a las enzimas o a las proteínas.

El análisis ha conducido a la experimentación, al laboratorio, que se ha impuesto en todas las áreas del conocimiento. La publicación de la obra de Claude Bernard "Introducción a la medicina experimental" en 1865 marcó una nueva etapa. A partir de entonces a los experimentos se les atribuyó una serie de cualidades de las que carecen las observaciones de campo: son objetivos, controlables y reproducibles. Aunque de ese modo el laboratorio ha creído eliminar la subjetividad ligada a la observación, en realidad la ha sustituído por otra, por una nueva subjetividad, la que está ligada al experimento:

a) el laboratorio se aleja de la realidad
b) crea otra nueva realidad en la cual los seres vivos están ausentes, es decir, cambia la materia que estudiaba hasta entonces la biología
c) no extrae información de la observación sino de la manipulación de la realidad
d) la experimentación depende del instrumento que la hace posible

Al final del recorrido reduccionista, la vida no aparece ligada a un ser vivo sino a la célula, al ADN, los cromosomas o los genes, algo que los medios de comunicación repiten con insistencia. Han convertido al biólogo en un taxidermista y por eso algunos libros sensacionalistas de divulgación titulan que la vida ha muerto, que la vida no existe o, en expresión de Jacob, que en los laboratorios nadie pregunta por ella. Se ha alterado radicalmente el objeto mismo de la biología como ciencia de la vida, que retorna a las "ciencias naturales" en donde aparecen confundidos lo vivo y lo inerte. El problema aparece cuando esos componentes no están vivos porque no se puede explicar la vida a partir de componentes no vivos exclusivamente, sino por la forma en que esos componentes interactúan entre sí, es decir, por la forma en que se organizan y, por lo tanto, por la forma en que funcionan dentro de un organismo vivo. La biología no es una ciencia cuyo objeto se pueda mantener *in vitro*, como tampoco se pueden obtener conclusiones de la fisiología humana diseccionando cadáveres. La evolución de las especies, las presentes y las pasadas, no se puede

explicar sólo con la ayuda del microscopio, ni se rige por las mismas leyes del mundo físico. Sin embargo, los micromeristas sí pretenden extrapolar las leyes que rigen los fenómenos celulares y moleculares a la evolución de todos los seres que componen la naturaleza viva.

A medida que la biología molecular ha insistido en la experimentación, se ha alejado de la realidad porque el laboratorio no se ha puesto al servicio de la observación sino de sí mismo. Ni la biología molecular es una ciencia cuyo objeto de estudio sean los seres vivos, ni un cultivo celular *in vitro* es un ser vivo, ni es posible encontrar nada semejante fuera de los laboratorios. Por lo tanto, estamos en presencia de una nueva disciplina de laboratorio que sustituye a la biología "al aire libre", a la biología del Beagle. Incluso el laboratorio fue más allá de las moscas que Morgan encerraba en botellas de cristal en California; hacia los años cuarenta acabó imponiendo a la bacteria del colon (lombriz intestinal o *Escherichia coli*) como modelo de experimentación. Pero el medio de cultivo en el que se desenvuelve esa bacteria no tiene nada que ver con su medio natural, que es el intestino. Por otro lado, difícilmente se puede tomar a esa bacteria como modelo de nada porque la mayor parte de las bacterias (más del 99 por ciento) no se pueden cultivar *in vitro*.

El laboratorio convierte los "medios" en "fines" en sí mismos. Hoy las técnicas de laboratorio para identificar y aislar son cada vez más importantes. La mayor parte de los artículos científicos versan sobre sofisticadas técnicas y procedimientos de laboratorio, y la enseñanza pone el énfasis en lo mismo. Los medios son tan importantes que deciden sobre lo que existe y lo que no existe, una dicotomía con trampa porque parte del supuesto de que todos los seres vivos lo son en cuanto que pueden ser aislados, de vivir en aislamiento; es más: aislados en un laboratorio. Si existe algo que puede vivir en aislamiento, también puede ser aislado. El aislamiento, pues, ha sido -y es- un problema importante en biología que ha afectado a proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, pero también a los organismos vivos. Las fermentaciones ya suscitaron el debate de separar a los microbios de los fermentos "solubles", suscitándose problemas no sólo por el tamaño sino también otros de tipo conceptual, lo cual debería alertar sobre los estragos del positivismo: la separación entre hechos y teorías es relativa, cambiante. Un virus existe -se descubre su existencia- cuando se considera aislado después de superar determinados requisitos técnicos. Primero se tuvieron que separar de las bacterias mediante un filtrado más fino, denominándose virus "filtrables". Como en los viejos tiempos de la teoría miasmática, el virus se consideraba como un veneno, un líquido, o sea, materia inerte. Luego se demostró que era una partícula, capaz de ser detectado por su tamaño. Sucesivos errores exigieron no sólo afinar el tamaño de los filtros sino nuevas técnicas de aislamiento, tales como los gradientes de densidad, pero la duda teórica no se ha despejado porque la biología no ha resuelto la cuadratura del círculo, es decir, no puede afirmar si el virus es un ser vivo, si se puede aislar de un ser vivo conservando su identidad como tal.

La evolución del concepto de virus demuestra que las teorías científicas son complejos integrados por observaciones, conceptos, enunciados, definiciones, hipótesis e inferencias. Las explicaciones no están separadas de los hechos, ni los hechos de las teorías que los explican, como pretende el empirismo; están en mutua interacción. Cualquiera que haya publicado un artículo científico o escrito una novela sabe que las multiples "lecturas" que de ellos se hacen, no coinciden con lo que el autor pretendió exponer. Hay tantas lecturas como lectores. Pero la subjetividad no es sólo un problema individual; es la subjetividad que crea el propio estado alcanzado por la ciencia en un determinado momento, es decir, sus limitaciones presentes. En cualquier disciplina la objetividad no es un punto de partida sino un proceso dilatado; avanza con el propio desarrollo del conocimiento. La esencia de la dinámica de una ciencia no es, en definitiva, más que el tránsito de lo subjetivo a lo objetivo, que nunca es posible agotar.

En el conocimiento científico, los hechos son el aspecto dominante, el motor que desarrolla el discurso. El componente fáctico mueve el desarrollo de las teorías científicas, pero conviene recordar a los empiristas que la ciencia se debe apoyar en todos, en la mayoría o en una parte esencial de los hechos. Hoy se publican una cantidad ingente de artículos científicos, cada uno de los cuales expone hechos y observaciones fácticas en una cantidad tan gigantesca que es imposible leerlos y, por consiguiente, tenerlos en cuenta, sobre todo para alguien que pasa su tiempo en un

laboratorio, preocupado por su parte por encontrar más hechos. La ciencia se desenvuelve hoy abrumada por tantos hechos que no es capaz de digerirlos. Es otra de las grandes trampas que envueven a la ciencia moderna, un aspecto importante sobre el que volveré a exponer algunas observaciones más adelante. También es necesario recordar que la teoría celular no nace con el descubrimiento de la célula. El descubrimiento de un "hecho" no aportó de inmediato una nueva teoría. El complejo que integran los hechos y las teorías es dinámico, cambia cuantitativa y cualitativamente, pero una buena teoría científica debe acumular observaciones, experimentos y fenómenos, articulando en torno a ellos el discurso que trata de explicarlos e integrarlos. Pero sobre todo, una buena teoría abre la posibilidad de iniciar nuevas investigaciones, acelerar la acumulación de observaciones. Las teorías condenadas al ostracismo son las retóricas, es decir, aquellas en las que el discurso se sostiene sobre sí mismo con una pobreza extrema de concreción fenomenológica, sobre definiciones o hipótesis, encadenadas una detrás de otra.

En torno a esta concepción experimental, Luria y Delbrück organizaron toda una metodología y un colectivo influyente, que fue conocido como "el grupo del fago". Un experimento de este grupo realizado en 1943 marcó el derrotero de la nueva biología de la posguerra. Los mendelistas "leyeron" este "hecho" de laboratorio como la prueba incuestionable de que las mutaciones del genoma son aleatorias, edificando sobre el mismo su teoría de la evolución. Si se analiza con detalle su construcción se debió entender ya en aquella época que no eso es cierto. La evolución posterior de la biología molecular añadió nuevos "hechos" que Luria y Delbrück no pudieron siquiera sospechar. El más importante de ellos es que la noción micromerista de la bacterias planctónica, es decir, seres individuales flotando en un determinado medio, es falsa. Las bacterias forman colonias y actúan colectivamente, adhiriéndose a una superficie, creando capas que las aíslan relativamente de dicho medio y comunicándose entre sí. La bacteria planctónica es una construcción de laboratorio; los biofilms son la naturaleza.

Los prolijos protocolos que se siguen para la aprobación de fármacos para el consumo humano ponen de manifiesto la distancia que hay entre un laboratorio y la vida real. También es algo que cualquier especialista admite, pero sólo retóricamente. La subjetividad experimental aún está por reconocer. Los experimentadores están sugestionados por los laboratorios, los procedimientos *in vitro* y los instrumentos técnicos auxiliares, algo que los artículos científicos detallan con precisión. Lo que no suelen reconocer es en qué medida los procedimientos han podido afectar al resultado. Desde luego, el lector rara vez repara en ellos. No los lee porque al vértigo de la ciencia moderna lo que le interesa son los resultados, las conclusiones, no la manera de llegar a ellas. Aunque los procedimientos y las técnicas tienen cada vez más importantancia, la construcción de las argumentaciones científicas prescinden de ellos y se apoyan exclusivamente en los resultados finales.

Una de las técnicas más importantes que coadyuvaron al nacimiento de la biología molecular fue el microscopio electrónico, un instrumento que no falta en el equipamiento de ningún buen laboratorio desde 1945 y que, a su vez, exige un método de preparación del objeto antes de proceder a su observación. Son los procedimientos propios de un taxidermista. La células son deshidratadas antes de ser cortadas en filetes muy finos y luego teñidas de colores a fin de que se puedan apreciar con mayor nitidez. Lo que el investigador observa en su laboratorio no es, pues, un fenómeno real sino una creación artificial. Otro tipo de instrumentos, como el microscopio de campo oscuro, permiten observar seres vivos en movimiento, fenómenos que ocurren "en tiempo real".

En un laboratorio los experimentos se realizan sobre animales criados en cautividad, endogamizados, con un sistema inmunitario frágil; se trata de seres débiles y enfermizos. Otros están manipulados genéticamente. Una rata de laboratorio no tiene mucha relación con otra silvestre. Los ratones de laboratorio suelen ser albinos. Un reciente estudio descubrió que al tomar a los ratones por la cola, les provoca ansiedad, lo cual altera las conclusiones de algunos experimentos (197). Otros experimentos se llevan a cabo no con animales completos sino con células derivadas de ellos, denominadas explantos o cultivos primarios que se realizan fuera de los tejidos del ser vivo del que proceden. Pero la mayoría de las células no se pueden cultivar *in vitro*

porque tienen un periodo de vida limitado. Después de un cierto número de duplicaciones envejecen y dejan de dividirse. Hay que seleccionar el tipo de células en las que se va a llevar a cabo el experimento, normalmente los leucocitos extraídos de la sangre, que se conservan en incubadoras con condiciones ambientales constantes (temperatura, humedad, pH) y, desde luego, siempre están bien nutridas. El rechazo del lamarckismo no permitió a los laboratorios sospechar siquiera que las células, como los seres vivos, acaban adaptadas al medio en el que se desenvuelven que, naturalmente, nada tiene que ver al medio originario del que proceden.

La técnica de cultivo de las células afecta a su fisiología y al funcionamiento de su genoma. Si se cultivan en placas planas (conocidas como placas de Petri), las células se pegan al fondo de la placa y se esparcen a medida que se multiplican. Por el contrario, en condiciones naturales, tridimensionales, las células están suspendidas en fluidos, rodeadas por otras células y, además, no están pegadas, sino que se mueven y crecen más rápido (197b).

Los laboratorios son organismos complejos, empresas privadas o instituciones públicas en donde que las decisiones no siempre se adoptan teniendo en cuenta criterios científicos sino que éstos coexisten con los económicos, presupuestarios y contables. No siempre las necesidades científicas prevalecen sino que, en ocasiones, se impone la necesidad de ahorrar costos, por rapidez, sencillez, multiplicación acelerada etc. Los cultivos secundarios de células se compran a empresas comercializadoras. Habitualmente se trata de células enfermas, normalmente cancerígenas porque se multiplican más rápidamente y se puede conservar una estirpe uniforme. Los experimentos buscan la homogeneidad, la reproducción en condiciones idénticas. Los embriones, las células germinales y las tumorales tienen niveles elevados de telomerasa y, por lo tanto, una capacidad de multiplicación más duradera. Es posible lograr la multiplicación indefinida de las células somáticas activando la secuencia de ADN que fabrica la telomerasa. De ese modo la célula puede seguir dividiéndose y generar una estirpe celular que se puede conservar durante un período largo de tiempo, reteniendo su viabilidad. Pero no todas las células humanas se preservan de la misma manera. Algunas, a pesar de que sus telómeros no se acorten, también paralizan su división. Para lograr que mantengan su capacidad reproductiva los laboratorios introducen virus cancerígenas.

En ocasiones en los cultivos se estimula a las células con fitohemaglutinina, interleukina o corticosteroides, agentes oxidantes que las estresan, por lo que desprenden ácidos nucleicos (retrovirus endógenos) y microvesículas. Otra de las formas de manipulación de las células en los laboratorios es contraria al principio de aislamiento: son los cocultivos. En ellos se mezclan unas células con otras, las extraídas de su medio natural (de pacientes, por ejemplo) con las artificiales, procedentes de los laboratorios (HeLa, Jurkat, Hut-78). De esta manera se han producido numerosos equívocos procedentes de un prejuicio ideológico: que las células no se fusionan unas con otras porque tienen vida por sí mismas, porque son independientes unas de otras. El postulado es tan absurdo que sus propagadores no han caído en la cuenta de que la propia vida humana no es más que la fusión de dos células diferentes: un óvulo y un espermatozoide, y que fenómenos tan conocidos como la metástasis del cáncer no es más que la extensión de una patología celular a las células vecinas. Un fenómeno reciente ha llamado la atención de los investigadores sobre este hecho: en los cultivos celulares *in vitro* que se utilizan en los laboratorios, unas células han influido sobre otras alterando su naturaleza, de modo que se han apercibido de que no han estado trabajando sobre el material celular que suponían. Esto se debe a que algunas líneas celulares crecen más rápido que otras, las contaminan y, con el tiempo, desplazan a las células originales. Algunos cálculos estiman que esto está sucediendo con el 20 por ciento de las líneas celulares humanas aproximadamente. Es muy probable, por tanto, que los resultados derivados de tales investigaciones contengan importantes errores. El contaminante más común es el linaje de células HeLa, un tipo de células cancerígenas. Se cree que inopinadamente las células HeLa han contaminado otros cultivos celulares de manera que es posible que durante los últimos 30 años los investigadores de todo el mundo hayan trabajado con células HeLa sin saberlo, pensando que se trataba de otro tipo de cultivos celulares. Si en un cultivo celular de laboratorio las células no son independientes unas de otras, con mucha mayor razón se puede pensar lo mismo de las células que forman parte de un

mismo organismo vivo.

Los cocultivos *in vitro* no sólo contaminan a unas células con otras, sino también con virus. El "grupo del fago" inoculaba a las bacterias con virus, con lo cual no sólo se modificaba la bacteria sino también el virus. Las interacciones son mutuas, es decir, no vale cualquier virus ni cualquier bacteria. Los efectos cambian tanto al cambar la bacteria como al cambiar el virus. Cuando en los cultivos de células se inoculan un determinado tipo de virus, como los asociados a la polio, la gripe y el herpes, mueren de inmediato. Por el contrario, otros virus no sólo no destruyen a la célula sino que logran que se multiplique incontroladamente. Entonces se concluye que la célula anfitriona se ha "inmortalizado" y que dicho virus es cancerígeno. Cuando eso ocurre inadvertidamente, tiene serias consecuencias sobre la salud de las personas, como sucedió con las primeras vacunas contra la polio ("incidente Cutter"). Para manipular el virus y elaborar la vacuna, se deben cultivar en un medio celular. La corriente dominante de la microbiología aún cree que la polio está causada por su virus correspondiente, llamado poliovirus. A fin de inactivarlo, este poliovirus se cultivó en células procedentes de monos Rhesus para inactivarlo y posteriormente inocularlo en millones de niños. Pero junto con el poliovirus atenuado, la vacuna contenía también un virus propio de los macacos, el SV40, que estaba presente en las células de cultivo y que entonces el análisis aún no había sido capaz de detectar. No se conocen las consecuencias que esto ha podido tener en la salud de millones de seres humanos en todo el mundo, aunque el SV40 se utiliza hoy en los laboratorios para crear células "inmortales", es decir, como elemento cancerígeno. No hay ningún interés en saber el alcance del perjuicio causado porque las vacunas son el gran mercado de la industria famacéutica y la de la polio fue su momento estelar. El hecho es que un importante porcentaje de la población mundial, quizá una cuarta parte, lleva consigo un virus simiesco deliberadamente inoculado. Aunque dijeron que las vacunas contaminadas se habían retirado, lo cierto es que se han seguido comercializando en algunos países al menos hasta 1980 (197c). A los niños se les inocularon dos virus para prevenir la acción posible de uno.

El micromerismo situó a la genética en el sitio académico de privilegio que en la actualidad ocupa dentro de las diversas ramas de la biología. Cambiaron cuantitativa y cualitativamente los planes de estudio, los diccionarios, los manuales y las enciclopedias para ensalzar el papel protagonista de la genética. Ha cambiado la biología y ha cambiado la historia de la biología, la manera de contar la evolución de esta ciencia. Hoy la historia de la biología es la historia de la biología molecular, una historia micromerista que busca lo más pequeño porque eso es lo más importante. Incluso dentro de lo más pequeño, la historia de la biología molecular no cuenta la historia de las enzimas o las proteínas sino la historia del ADN o de aquello que tiene relación con el ADN. Los protagonistas únicos y exclusivos son siempre los mismos, un puñado muy reducido de autores: Mendel, De Vries, Morgan, Dobzhansky, Crick, Watson... El concepto de gen es más importante que el de hormona. Así lo pone de manifiesto la historia de la "biología" que escribió Mayr, cuya temática se agota con la doble hélice. No hay ninguna referencia a la ecología ni a la virología, por poner dos ejemplos, por no hablar de otras partes integrantes de la disciplina. Ese tipo de historias rondan exclusivamente lo que tiene algo que ver con la genética y con los autores que la hicieron posible. Los manuales de biología tienen que aludir necesariamente a De Vries y sus mutaciones pero pueden prescindir de Von Frisch y sus abejas. El gran descubrimiento de la biología en 1900 no son los postulados de Koch sino las leyes de Mendel, aunque los motivos hay que adivinarlos, por que no hay una explicación clara de ello. La manera en que Mayr expone la centralidad de la genética es característica del cúmulo abigarrado de mistificaciones que envuelven a la teoría sintética:

> El aspecto más importante de la herencia es el programa genético. Es él quien diferencia radicalmente a los seres vivos del mundo de los objetos inanimados, y no existe fenómeno biológico en el cual no esté implicado un programa genético. Los genetistas, no sin razón, han afirmado, pues, que la genética es la más fundamental de las disciplinas biológicas.
>
> La importancia de la genética se debe al hecho de que trata de un nivel de la jerarquía de

> los fenómenos biológicos que hace de enlace entre los dominios relativos a los organismos enteros -presentados por la biología de sistemas y la mayor parte de la biología evolucionista- y los relativos a los fenómenos puramente moleculares. A causa de ello, ha unificado la biología mostrando que los procesos genéticos en los animales y en las plantas eran idénticos. Más importante aún, la genética ha resuelto el problema de los mecanismos de la evolución y el desarrollo. La explicación completa de no importa qué fenómeno, en no importa qué rama de la biología evolucionista, se trate de la fisiología del desarrollo o de la biología evolucionista, requiere previamente que se hayan comprendido los principios fundamentales de la herencia. Si la biología ha podido progresar a paso de gigante en el siglo XX es en gran parte gracias a una mejor comprensión de los mecanismos de la herencia. Correlativamente, muchas controversias de la primera mitad del siglo XX no tuvieron otra razón que la dificultad para hacer coincidir los resultados y los conceptos de la genética con los de las ramas más antiguas de la biología" (197d).

Como consecuencia de esto, en un repaso a la biología se puede prescindir de cualquier cosa excepto de los genes, porque todo lo que no son genes desempeña una función marginal.

El origen de la genética no estuvo en las facultades de medicina ni en nada que tuviera que ver con la biología, sino en la práctica económica o, para ser más preciso, en la agronomía. Más que con estudios o investigaciones universitarias, tuvo que ver con agricultores y ganaderos que trabajaban sobre el terreno y que, además, pretendían obtener beneficios económicos de sus experimentos, es decir, con la penetración del capitalismo en el campo. El vuelco que experimentó la biología tuvo profundas raíces económicas en una división capitalista del trabajo: los seleccionadores se separaron de los agricultores. Desde el neolítico, es decir, desde hace 10.000 años, la agricultura y la selección de las semillas las realizaban los mismos campesinos, que apartaban las mejores para volver a sembrarlas al año siguiente, un procedimiento empírico denominado "selección masal". De la cosecha elegían aquellas que poseían las cualidades buscadas: alto rendimiento, fruto abundante, resistencia a las plagas, a la sequía, a las heladas, etc. Se las reproducía de nuevo y las mejores se volvían seleccionar para otra reproducción, repitiendo el proceso un cierto número de generaciones, hasta obtener una variedad mejorada que se reproduce siempre con las mismas características, lista para ser plantada por los agricultores. Esta práctica dio lugar a una cantidad cada vez mayor de variedades vegetales adaptadas localmente. Un mercado de alcance limitado, basado en el autoconsumo, promovía la diversidad vegetal.

Lo mismo cabe decir de la ganadería, en donde los mejores sementales se convirtieron en mercancía por sí mismos, por las cualidades reproductivas que transmiten en su descendencia. El apareamiento de la cabaña dejó de ser una práctica espontánea y empírica en Inglaterra ya en el siglo XVIII; criadores como Gresley y Bakewell buscaban ejemplares especializados: un caballo de carreras será diferente de otro de tiro; determinados animales se cuidan y preservan sólo como instrumentos sexuales, lo cual se convierte en un negocio en sí mismo, tanto en caballos, como en perros, gallos, ovejas, vacas, palomas u otras especies económicamente útiles.

En una cierta escala siempre había existido esa división del trabajo, pero cuando a finales del siglo XIX se profundiza, los primeros seleccionadores y propietarios de sementales son capitalistas que acumulan las mejores especies para revenderlas o explotar sus fecundaciones y no corren ninguno de los riesgos propios de la cosecha. Una parte de los campesinos se transforman en comerciantes, aparecen los prestamistas de semillas, los viveros y los bancos de semillas. La primera empresa vendedora de semillas de siembra fue la Vilmorin en 1727 en Francia. Incluso ya se vendían semillas por correo en Estados Unidos a comienzos del siglo XIX. Los agricultores tienen que comprar semillas todos los años, las piden prestadas a los viveros con una garantía de devolución sobre la cosecha y, finalmente, también sobre la tierra. La siembra es una inversión que convierte al campesino en dependiente de empresas comercializadoras cuyo radio de acción va siendo cada vez más amplio, hasta alcanzar al mercado internacional (198). A los seleccionadores sólo les interesan

las semillas, no el fruto. Su tarea concierne a la reproducción, no al cultivo, cuidado y desarrollo de la planta o del ganado. La genética nació del impulso ideológico de estos seleccionadores de semillas que, por su propia configuración social, quebraron las líneas de desarrollo de la biología que existían a finales del siglo XIX, escindieron la generación de la transformación, lo cual no era más que un reflejo intelectual de la división del trabajo impuesta a la agricultura y, por lo tanto, de la penetración del capitalismo en el campo. Los seleccionadores pusieron a la herencia en el centro de la evolución, la genética suplantó a la biología o, en palabras de François Jacob, "el sustrato de la herencia acaba siendo también el de la evolución" (199).

Al separar la generación de la transformación, los seleccionadores separaron los dos componentes del mandato bíblico ("creced y multiplicaos") e identificaron la vida con la multiplicación exclusivamente. La vida no consiste en crecer, transformarse o desarrollarse sino en reproducirse, una idea que conectará fácilmente con el malthusianismo, la competencia y la lucha por la existencia. Por consiguiente, la vida se reduce a la multiplicación y ésta es un mecanismo cuantitativo: como cualquier fotocopiadora, no produce sino que reproduce a partir de un original, difunde copias que son idénticas entre sí e idénticas al modelo de procedencia. Si la vida es reproducción (y no producción), se debe identificar con los mecanismos que hacen posible su transmisión: cromosomas, primero y ADN posteriormente. En inglés el título de una obra de divulgación de Kendrew sobre biología molecular es "El hilo de la vida" (200), expresión con la que se refiere al ADN y que literalmente siguen Suzuki, Griffiths, Miller y Lewontin, quienes también aluden al ADN como el "hilo de la vida" (201). Con muy diferentes formulaciones literarias, es un mito que está presente en casi todos los autores. En su panfleto Schrödinger habló de los cromosomas como "portadores" de la vida; en ellos radican las claves de los seres vivos: "En una sola dotación cromosómica se encuentra realmente de forma completa el texto cifrado del esquema del individuo". Es un retorno de varios siglos atrás, hacia el preformismo: los cromososmas contienen el "esquema completo de todo el desarrollo futuro del individuo y de su funcionamiento en estado maduro". Puede decirse incluso que son mucho más: los instrumentos que realizan el desarrollo que ellos mismos pronostican; son el texto legal y el poder ejecutivo, el arquitecto que diseña los planos y el aparejador que dirige la obra, la "inteligencia absoluta de Laplace" para establecer cualquier cadena causal (202). Ahí aparece confundida la biología con la quiromancia...

Los seleccionadores llevarán el micromerismo hasta sus últimos extremos, de la célula a los genes pasando por los cromosomas. Impondrán una concepción individualista de la herencia (y por tanto de la evolución): lo que evolucionan son cada uno de los organismos y combinaciones sexuales de ellos. El atomismo celular y genético no era más que un trasunto de ese individualismo, una noción política transfigurada a la biología. Según Virchow, el individuo es una organización social, una reunión de muchos elementos puestos en contacto, una masa de existencias individuales, dependientes unas de otras pero con actividad propia cada una de ellas. Esta concepción clasista, aseguró por su parte Haeckel, no es una analogía entre lo biológico y lo social: todo ser vivo evolucionado es una "unidad social organizada, un Estado cuyos ciudadanos son las células individuales", de modo que "la historia de la civilización humana nos explica la historia de la organización de los organismos policelulares", donde las algas son los salvajes, poco centralizadas, primitivas (203). En torno a esta concepción política, en 1881 el genetista Wilhelm Roux desarrolló su "mecánica del desarrollo" y su teoría de la "lucha entre las partes" dentro de un mismo organismo, basada en una visión pluralista y no sistemática ni orgánica de los seres vivos. Cada parte conserva una independencia relativa. El tipo de cada parte -dice Roux- se alcanza y se realiza, no por transmisión integral de un modelo unitario, sino por satisfacción de necesidades inherentes a las cualidades heredadas de las partes singulares. Es el atomismo llevado a la materia viva, la lucha de todos (cada uno) contra todos (los demás), que también alcanza a la inmunología, cuyos manuales han rescatado una curiosa versión del idealismo clásico alemán de Fichte: el yo, el cuerpo, es capaz de diferenciarse y luchar contra el no-yo, generando anticuerpos para impedir la entrada de elementos extraños en su interior.

El micromerismo es la microeconomía del mundo vivo, su utilidad marginal y cumple idéntica función mistificadora: son las decisiones libres de los sujetos (familias y empresas) las que explican los grandes agregados económicos tales como el subdesarrollo, el déficit o la inflación. La naturaleza no forma un sistema, las partes de un organismo "no pueden subsistir como partes de un todo de manera rígidamente normativizada". La lucha de las partes es el fundamento de la formación y del crecimiento del organismo en el proceso de su adaptación funcional. Como afirma Canguilhem, con la teoría celular "una filosofía política domina una teoría biológica". Según el filósofo francés, "la historia del concepto de célula es inseparable de la historia del concepto de individuo. Esto nos autoriza ya a afirmar que los valores sociables y afectivos planean en el desarrollo de la teoría celular" (204).

En la biología el individualismo perseguirá la identidad propia, una diferencia indeleble por encima del aparente parecido morfológico de los seres humanos y de un ambiente social homogeneizador, hostil y opresivo. El fenotipo podía ser similar, pero el genotipo es único para cada individuo. Es la naturaleza misma la que marca el lugar de cada célula en los tejidos y de cada persona en la sociedad. El carácter fraudulento de esta inversión (de lo natural en lo social) ya fue indicado por Marx y Engels, quienes subrayaron que provenía de un truco previo de prestidigitación: Darwin había proyectado sobre la naturaleza las leyes competitivas de la sociedad capitalista que luego retornaban a ella como "leyes naturales" (205). Sobre la base de ese individualismo, una base natural e inmutable, había que edificar la continuidad del régimen capitalista de producción. Cabía la posibilidad de hacer cambios, siempre que fueran pequeños, fenotípicos, y no alteraran los fundamentos mismos, la constitución genética de la sociedad capitalista. Por supuesto esas pequeñas variaciones no son permanentes, no son hereditarias, no otorgan derechos como los que derivan de la sangre, del linaje y de la raza. De ahí que las tesis micromeristas prevalecieran entre los mendelistas de los países capitalistas más "avanzados", especialmente en Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania y sus áreas de influencia cultural, bajo el título fastuoso y ridículo de "dogma central" de la biología molecular.

Cuando la evolución se abrió camino en la biología de manera incontestable, era necesario un subterfugio para separar lo que evidentemente evolucionaba de aquello que –supuestamente- no podía evolucionar en ningún caso. La herencia no crea ni transforma, sólo transmite lo que ya existía previamente; es la teoría de la "copia perfecta", algo posible porque el genoma no cambia (los mismos genotipos crean los mismos fenotipos). La genética no estudia los problemas de la génesis, que quedan disueltos entre los problemas de las mutaciones. Es otra de las paradojas que encontramos en el siglo XIX: la lucha contra Darwin pasó a desarrollarse en nombre del propio Darwin. Con el transcurso del tiempo los neodarwinistas prescindirán de la herencia de los caracteres adquiridos para acabar prescindiendo del mismo Lamarck, hábilmente suplantado por un remiendo de las tesis de Darwin. La biología y la sicología se reparten las tareas: a la biología compete lo hereditario y a la sicología lo aprendido; lo hereditario no se aprende y lo aprendido no es hereditario. No obstante, en este proceso quizá lo peor no haya sido el vuelco que da la biología a finales del siglo sino a la historia de la biología, empezando por la tesis de que no hay evolución antes de Darwin ni genética antes de Mendel, la de que lamarckismo es algo no sólo diferente sino opuesto a darwinismo, etc.

En esa confusa polémica, muchas veces encubierta, confluyeron factores de todo tipo, y los argumentos científicos sólo constituyeron una parte de los propuestos. Como ocurre frecuentemente cuando se oponen posiciones encontradas, los errores de unos alimentan los de los contrarios y por eso la oposición religiosa al darwinismo presentó a éste con un marchamo incondicional de progresismo que no está presente en todos los postulados darwinistas. A finales de siglo, el componente religioso sigue estando muy presente, especialmente en la paleontología y los estudios de lo que -también confusamente- empezaba a conocerse como prehistoria. Ante los ojos atónitos de la humanidad aparecía una época de la humanidad anterior y, por lo tanto, ajena al cristianismo. La polémica retorna al siglo XVI, cuando los teólogos se preguntaban si, a pesar de las apariencias, los indios americanos eran auténticos seres humanos, es decir, si tenían alma. Los primeros restos

fósiles de humanoides primitivos presentaban a unos seres anteriores a Adán y Eva y, por consiguiente, a la creación divina. Antes de cualquier referencia bíblica habían existido sociedades precristianas, sin alma, formadas al margen de cualquier adoctrinamiento religioso. Resurge el paganismo. Precursores de la paleontología como Gabriel de Mortillet, distinguido militante del partido republicano radical, utilizan la nueva ciencia como un instrumento de lucha no sólo ideológica sino política contra Napoleón III, el Vaticano y el protagonismo de las fuerzas católicas en la vida pública.

En la polémica religiosa subyace un profundo cambio en la percepción humana del tiempo, el vértigo de su dilatación hacia el pasado y la incógnita de su proyección hacia el futuro. Emerge la conciencia antediluviana. El cristianismo había educado a la humanidad en unos márgenes históricos muy limitados de unos 6.000 años que Buffon pulverizó al elevarlos hasta los 74.382 y que cada descubrimiento, especialmente en el ámbito de la geología, multiplicaba espectacularmente (206). ¿Cómo había sido el hombre en el pasado? ¿Había sido realmente humano? Por lo tanto, ¿qué definía al hombre? ¿Cuál es su esencia? ¿Hacia donde conducía la biología al ser humano como entidad biológica? ¿Aparecerían superhombres? ¿Crearía la evolución humana nuevas razas? ¿Se quedarían otras rezagadas? ¿Está en decadencia occidente, como decía Spengler? Quizá todas las sociedades humanas estaban en decadencia y, por primera vez, la evolución se había convertido en su contrario, en involución. Es el momento en el que la conciencia burguesa entra en su peor eclipse, concluyendo que en la evolución no se observa ningún progreso. O quizá sí, hacia el caos y la catástrofe planetaria, el maelstrom del que hablaron en sus relatos Edgar Allan Poe ("Un descenso al Maelstrom) y Julio Verne ("Veinte mil leguas de viaje submarino").

Como también suele ocurrir cuando se abordan fenómenos asociados a conceptos tales como "raza", en la segunda mitad del siglo XIX los factores chovinistas también estuvieron entre aquellos que hicieron acto de presencia. En el origen del hombre la polémica religiosa era una parte, pero no se trataba de averiguar únicamente si el hombre provenía de un acto de creación divina sino en dónde encontrarlo: ¿de dónde era Adán? ¿dónde había aparecido el primer hombre? La estratigrafía demostraba que ese primer humano estaba sepultado bajo un montón de tierra. En 1865 Julio Verne aporta su propia versión en su "Viaje al centro de la Tierra". Entonces no había discusión sobre un punto: todos los arqueólogos coincidían en que Europa era la cuna de la humanidad porque todos los arqueólogos eran europeos; el problema empezaba cuando disputaban acerca de qué país europeo vio nacer al primer hombre, dónde estaba la cuna de la humanidad.

Las reacciones chovinistas estaban en todos los países europeos. El final del siglo XIX conoce la organización de gigantescas Exposiciones Universales, donde las naciones competían por mostrar a las demás sus avances tecnológicos. La ciencia y las revistas científicas, paracientíficas y seudocientíficas tenían una enorme divulgación, sólo comparable a las deportivas en la actualidad. Reeditadas hasta la saciedad, las novelas de Julio Verne constatan que la ciencia estaba de moda y los científicos eran el modelo de país, el espejo que mostraba su grandeza, de manera que, en buena medida, las disputas científicas disfrazaban disputas nacionales y nacionalistas. Si Röntgen descubrió los rayos X en Alemania, Blondlot se inventó los rayos N en Francia. Si Francia exhibía a Pasteur, Alemania hacía lo propio con Koch, pero es como si cualquiera de ellos fuera la encarnación misma de la ciencia francesa y alemana respectivamente, o algo más: la encarnación de todo un país, de su grandeza, de su genio, de su superioridad "natural". En Alemania la derrota del ejército francés no sólo fue interpretada como un signo de la debilidad política de Francia, sino también como un síntoma de la inferioridad de los franceses. En aquella orilla del Rhin entre la intelectualidad se esfumó la secular influencia del pensamiento francés heredero de la revolución de 1789, sustituido por uno propio, pangermanista, militarista y expansionista, cuyas consecuencias sobre la biología habrá que volver a plantear más adelante.

Naturalmente, el chovinismo también era muy común en Francia a finales del siglo XIX, tras la derrota frente a Prusia en 1870, la pérdida de Alsacia y Lorena y la unificación del Reich. Son los años del caso Dreyfuss y del general Boulanger en los que el ejército se presenta como el paladín de

la nación. Durante la III República los estudios arqueológicos tuvieron una vinculación estrecha y directa con el nacionalismo francés posterior a la derrota en la guerra con Prusia. En 1872 se crea la AFA (Asociación Francesa para el Progreso de las Ciencias), que ponía la ciencia al servicio de la nación y la nación al servicio de la ciencia. Una de las figuras principales de la AFA era el referido Gabriel de Mortillet, que dedicó un libro entero a esta cuestión, *La formation de la nation française*, que transcribe el curso que impartió en 1889 en la Escuela de Antropología de París. Creada por Paul Broca en 1875, a la Escuela de Antropología el gobierno le había reconocido como "institución de utilidad pública", un título que alcanzaba no sólo a la Academia sino también a la arqueología como disciplina científica. Mortillet era un científico de los que ya no se encuentran. Nunca separó la política de la ciencia. Desde 1848 consideró que la divulgación de la ciencia era un arma esencial en la lucha por la democracia.

Pero a finales de siglo el indigesto contexto intelectual arrastró a la biología como a muchas otras ciencias. El romanticismo había degenerado en un gótico tenebroso, la búsqueda de supuestas civilizaciones perdidas que habitaban el interior de la Tierra o las profundidades marinas, que habían evolucionado mucho más que los seres humanos. Como en las novelas de Verne, no era posible separar la ciencia de la mitología. El ocultismo se apoyaba en algunas propuestas científicas tanto como éstas degeneraban en superstición. Como demuestra la novela naturalista de la época, el evolucionismo no era ajeno a estos movimientos culturales y seudoculturales. En 1871 el británico Edward Bulwer-Lytton publicó su novela *The coming race* (La raza venidera), una mezcla de ciencia-ficción y darwinismo con racismo. Un ingeniero de minas conduce al narrador a un mundo subterráneo donde la selección natural había creado una raza superior dotada de poderes sobrehumanos, la vril-ya, cuyo símbolo es la esvástica, desprecia la democracia y vive dentro de la Tierra, planeando conquistar el mundo. Esa civilización suplantará a los humanos y conducirá a los pocos elegidos de nuestra raza a una formidable mutación que engendrará el superhombre. La antropología se superpone de manera confusa con la biología, engendrado extrañas concepciones seudocientíficas divulgadas con enorme éxito. En 1896 John Uri Lloyd publica otra novela, *Etidorhpa or The end of the earth*, en la que Drury, el hijo de un ocultista, atraviesa un reino subterráneo de caverna en caverna guiado por un extraño forastero, calvo y sin ojos, pero con una fuerza enorme, hasta que llegan a una zona "de luz interior" poblada de hongos venenosos gigantes, pterodáctilos y otros reptiles monstruosos.

En biología estas cuestiones se pueden disimular mejor o peor, pero no cambian con el tiempo, aunque cambie el escenario geográfico. De la misma manera que la historia del cine es la historia de Hollywood, hoy la historia de la biología es la historia de la biología anglosajona, la bibliografía es anglosajona, las revistas son anglosajonas, los laboratorios son anglosajones... y el dinero que financia todo eso tiene el mismo origen. Todos los descubrimientos científicos se han producido y se siguen produciendo en Estados Unidos. Por eso sólo ellos acaparan los premios Nobel. Aunque Plutón no es un planeta, se incluye entre ellos porque fue el único descubierto por científicos estadounidenses, que no pueden quedarse al margen de algo tan mediático.

Regreso al planeta de los simios

La ciencia siempre juega en contra de las corrientes políticas más retrógradas, que es un factor de progreso y liberación del hombre. Si la biología demostraba que la evolución no sólo era posible sino inevitable, parecía sensato deducir que lo mismo debía ocurrir con la evolución social, económica y política. Pero si se trataba de frenar el cambio en las sociedades humanas, había que reinterpretar el significado de la teoría de la evolución, convertirla en algo diferente de lo que en realidad era. Engels había pronosticado que "si la reacción triunfa en Alemania, los darwinistas serán, después de los socialistas, sus primeras víctimas" (207).

Así sucedió. En 1877 fue muy significativa en Alemania la polémica entre Virchow y Haeckel, que no giró tanto en torno a la teoría de la evolución en sí misma, cuanto sobre su enseñanza, algo premonitorio de una cierta manera de condicionar la evolución de la ciencia que se consolidará en

siglo XXI: la ciencia es aquel conocimiento cuya difusión se imparte en las aulas y es el Estado quien dicta los planes de estudio. La polémica no era tanto por motivos científicos como políticos. Virchow advertía del riesgo que suponía para la subsistencia del capitalismo la difusión del darwinismo, cuyas conclusiones él juzgaba favorables al movimiento obrero. Difundir el darwinismo era trabajar a favor del socialismo, dijo Virchow. Sostenía que el darwinismo, lo mismo que la revolución francesa, conducía a un baño de sangre, a la lucha de clases (208). Consecuente con ello, sugirió la posibilidad de limitar la enseñanza de las ciencias con estas palabras:

> ¡Figúrense ustedes qué carácter toma ahora esta teoría [la de la evolución] en la cabeza de un socialista! Si, señores, esto a muchos quizá les parezca ridículo, pero es muy serio y espero que la citada teoría a nosotros en nuestra patria, no nos traiga todos los horrores que verdaderamente han provocado en Francia teorías análogas (209).

En aquella época la revolución francesa era el espantajo con el que la burguesía alemana se asustaba a sí misma. Luego, la revolución de 1917 en Rusia no hizo más que amplificar aquel temor enfermizo hacia la divulgación de malas teorías que -como es bien sabido- están en el origen de peores prácticas. Unas teorías son perjudiciales para la salud y otras para la sociedad, sobre todo en determinadas cabezas, incapaces de comprender el método científico. De ahí que lo idóneo sea impedir la difusión de teorías perversas desde que los niños ingresan en las escuelas. En otros países, como Gran Bretaña, se discutió la conveniencia de incorporar los fósiles a los museos de historia natural. ¿Se podía poner la evolución a la vista del público? Y también: ¿qué precio debía ponerse a la entrada para impedir las visitas de los trabajadores? En eso Nietzsche era mucho más contundente: lo que había que impedir era la generalización de cualquier clase de enseñanza entre los obreros, una cuestión que no era ajena a la biología: Nietzsche llamaba *Züchter* al educador del futuro, un término que en alemán es intercambiable con cualquier otra clase de crianza de animales o cultivo de plantas (210). La crianza (de personas, animales o vegetales) es una selección artificial cuyo objeto es formar a una élite reducida (de personas, animales o vegetales).

La intervención de Virchow en el Congreso de Ciencias Naturales de Munich fue apludida ruidosamente por los enemigos de la teoría de la evolución. Por su parte, Haeckel tenía otro punto de vista que, no obstante, conducía al mismo puerto: en la teoría de la evolución lo importante no era tanto la evolución como su mecanismo, la selección natural, que beneficia al más fuerte, y ese no era el proletariado sino la burguesía. La teoría de la selección natural, decía Haeckel, protege a la burguesía de los intentos igualitaristas del proletariado. La burguesía no sólo era la clase dominante sino que lo seguiría siendo en el futuro porque había sido seleccionada para ello por la naturaleza. Fue otro hallazgo que en un futuro muy próximo hará fortuna: lo mejor del darwinismo no era tanto la evolución como la selección natural.

La polémica entre Virchow y Haeckel fue sólo el detonante; entonces como ahora la prensa también jugaba su conocido papel intoxicador. No basta con filtrar la información en las aulas para impedir la divulgación de teorías perversas; hay que llegar al gran público con las buenas teorías. Dos días después de aquella sesión del Congreso de Munich se produjo un violento atentado contra el Kaiser y el periódico reaccionario de Berlín *Kreuzzeitung* acusó a Haeckel y a los evolucionistas de ser los instigadores de la acción. Aquello era la prueba evidente del daño que causaban las teorías evolucionistas y socialistas en el intelecto de las masas ignorantes. Haeckel tuvo que disculpar lo obvio: la teoría de la evolución nada tenía que ver con aquel atentado. Luego se comprobó que los anarquistas autores del mismo jamás habían oído hablar de la teoría de la evolución, pero a nadie importaba ya aquel pequeño detalle. La disputa se acabó decidiendo “científicamente” a favor de Virchow. De paso los socialistas fueron ilegalizados.

Después, la tarea consistió en buscar buenas teorías que sustituyeran a las malas. En 1900 se convocó en Alemania un premio para vincular la teoría de la evolución a las posiciones políticas más reaccionarias y chovinistas. Se trataba de establecer un paralelismo entre la historia social del hombre y la herencia biológica. La iniciativa estaba dirigida en secreto por el magnate de la industria armamentística, Friedrich Krupp, quien había ordenado la participación de renombrados

catedráticos y profesores universitarios, aunque el ganador, como es habitual en estos casos, estaba decidido de antemano: “Se pretendía manipular las teorías de la evolución para extraer conclusiones políticas y sociales”, escribe Cornwell (211). Con su dinero, la burguesía promueve determinadas ideologías, aquellas que se ajustan a sus necesidades prácticas, sobre todo si puede adornarlas con un cierto barniz científico, aunque el truco está en que no se note mucho la mano que mueve los hilos, porque la capacidad de penetración del barniz científico reside en su consabida “pureza” virginal. Con la promoción de esas ideologías se promociona, al mismo tiempo, a los científicos que las exponen y defienden.

La reinterpretación de la teoría de la evolución era una necesidad ideológica imperiosa entre la burguesía alemana de finales de siglo. Su máximo exponente es el zoólogo alemán August Weismann (1834-1914), quien emprende la tarea de moldear una nueva forma de metafísica biológica, aunque esta vez en nombre del darwinismo. Con él la involución se traviste con las ropas de la evolución. Fue él quien dio el vuelco a la biología que hasta entonces predominaba. Además, como ya he expuesto, ese vuelco estuvo acompañado de otro a la historia de la biología: también aquí tienen que aparecer las tergiversaciones históricas. Así, aunque Huxley consideraba que Weismann sólo tenía un interés histórico (212) y Lecourt le califica como un autor “olvidado”, genetistas de primera línea como Morgan le mencionan como un precedente de relieve (213) y Sinnott, Dunn y Dobzhansky afirman que es el precursor de la genética moderna (214). Cualquier historiador de esta ciencia, como Rostand, coincidiendo en esto con Lysenko, destaca la enorme importancia de sus concepciones (215). En un conocido manual de historia de esta disciplina, Smith asegura que Weismann, “más que ningún otro investigador de finales del siglo XIX, mantuvo la pureza inicial de las ideas darwinianas” (216). Por el contrario, la comparación entre Darwin y Weismann no presenta ningún parecido. Frente a las tesis evolucionistas lo que defendió Weismann es la idea de que hay algo eterno, que va más allá de la historia porque no tiene principio ni fin. Weismann no es darwinista, si bien con él empieza el neodarwinismo, que es algo diferente. El mismo concepto de evolución cambia radicalmente. No obstante, al imponerse esta corriente de forma hegemónica, de rebote fuerza la calificación de quienes no admiten el nuevo giro, que quedan marginados como “lamarckistas”, un cajón de sastre fabricado artificialmente, denostado hasta el ridículo y que, sin embargo, carece de entidad por sí mismo. Son despreciados como “lamarckistas” todos aquellos que no admiten el giro en los conceptos fundamentales de la biología. Por supuesto, ese “lamarckismo” no sólo es diferente al “darwinismo” sino su opuesto. En cualquier caso, a partir de 1883 el uso de las comillas es imprescindible.

Los presupuestos científicos de Weismann son singulares. Como él mismo reconoce, emplea la palabra “investigación” en un sentido “un poco diferente” del usual. Para él también son investigaciones las “nuevas observaciones”, aunque de esa manera sólo cambia el problema de sitio porque no define esa noción, aunque ofrece pistas al afirmar acto seguido que el progreso de la ciencia no se apoya sólo en “nuevos hechos” sino en la correcta interpretación de los mismos. Weismann había quedado ciego muy pronto, de manera que los supuestos experimentos que se le atribuyen son como aquellos de los matemáticos que lanzan los dados al aire múltiples veces, tomando nota cada vez que un determinado resultado se repite: no son tales experimentos (217). Al igual que Mendel, es un teórico de la biología y lo que reconoce de una manera ambigua es que el vuelco que está a punto de dar a esta disciplina no se fundamenta en el descubrimiento de hechos que antes nadie hubiera apreciado sino en una nueva hipótesis teórica. Luego, al aludir a la herencia de los caracteres adquiridos afirma algo más: que no está probada. ¿Cómo se demuestra una teoría en biología? Desde luego la “demostración” y la propia experimentación en biología se desarrollan mucho más tarde y en condiciones muy diferentes de la física. Hasta el siglo XX no se puede hablar de una biología experimental. Los experimentos del siglo anterior no se repiten en los mismos organismos ni en los mismos medios, de manera que cada uno de ellos arroja resultados diversos. Cuando los experimentos de Morgan con las moscas se hicieron famosos, los mendelistas se volcaron en el descubrimiento. Hubo que definir un conjunto de condiciones canónicas de cultivo de moscas. Lo mismo que los guisantes de Mendel o los perros de Pavlov, la mosca típica dejó de

ser el objeto de la investigación para convertirse en el instrumento de la investigación, la personificación misma de la nueva genética.

Que la herencia de los caracteres adquiridos no estaba probada es algo que a lo largo del siglo XIX ningún biólogo había advertido antes de Weismann. Pero él tampoco define en qué consiste "demostrar" en biología, de manera que cuando el biólogo alemán Detmer le indicó varios hechos que –según él- sí lo demostraban (218) Weismann rechaza unos y de los otros ofrece una interpretación alternativa basada en la selección natural. Por lo tanto, la labor de Weismann fue de tipo jurídico: trasladar la carga de la prueba sobre los partidarios de la herencia de los caracteres adquiridos; son ellos quienes deben "probar". Fue una reflexión de enorme éxito; a partir de sus escritos le dieron la vuelta al problema, repitiendo una y otra vez que la tesis -desde entonces ligada a Lamarck de manera definitiva- no está probada. El zoólogo de Friburgo se convirtió en la referencia. Por ejemplo, William James lo utiliza en sus "Principios de psicología" para atacar a Lamarck. Pero Weismann fue mucho más allá: la tarea de probarlo le resulta "teóricamente inverosímil", es decir, que nunca se ha probado ni se podrá probar jamás. Aunque tendré que volver más adelante sobre ello, es importante retener, por el momento, que esa imposibilidad es -justamente- de naturaleza "teórica" y que esa teoría no es otra que el neodarwinismo que Weismann está a punto de edificar. No es científica, no tiene nada que ver con los hechos, ni con la realidad, ni con los hallazgos y las investigaciones porque cien años después seguimos conociendo casos de esa imposibilidad metafísica de demostración prevista por Weismann. Desde siempre se han seguido proponiendo nuevos supuestos, más o menos afortunados, de herencia de lo adquirido, de los que vamos a enumerar brevemente algunos:

— en 1860 Ch.E.Brown-Séquard demostró experimentalmente mediante una sección parcial de la médula espinal o del nervio ciático la heredabilidad de la epilepsia inducida en cobayas (219)

— la aparición de callosidades en los embriones de determinadas especies, tales como avestruces, dromedarios o jabalíes africanos (facoqueros). Los callos en las extremidades se deben al uso de las mismas, por lo que su aparición en los embriones no se puede explicar sino como una herencia de los que adquirieron sus progenitores (219b)

— los injertos crean híbridos vegetales, especies mezcladas que, como expondré más adelante, transmiten su nueva condición a la descendencia (219c); desde 1965 también se consiguen crear híbridos de laboratorio mediante la aplicación de campos eléctricos capaces de fusionar dos células diferentes

— en 1889 Eschenhagen demostró que las conidias, esporas asexuales de un hongo, que en condiciones normales no soportan determinadas dosis salinas, pueden superar ese límite si a la planta progenitora se le habitúa a soluciones concentradas de sal. El experimento lo confirmaron diez años después Hunger y Errera, añadiendo sal marina al líquido Raulin en el que cultivaban *Sterigmatocystis nigra* y constatando un retardo en su germinación, tanto mayor cuanto que la concentración salina era más fuerte. Compararon la rapidez de germinación de las esporas de *Sterigmatocystis* en la segunda generación, según hubieran germinado o no en líquidos salinos, observando que se producía una adaptación a la sal en el primer caso. El resultado fue más contundente en la segunda generación que en la primera (219d)

— en 1918 Guyer y Smith realizaron experimentos sobre la heredabilidad de ojos congénitamente defectuosos en conejos a cuyos progenitores se había inyectado un anticuerpo contra el cristalino

— en 1924 Victor Jollos dio a conocer su teoría de la *Dauermodifikationen* en experimentos llevados a cabo en protozoos, demostrando que los cambios ambientales persisten en el citoplasma celular después de más de mil divisiones. Aunque luego desaparecen, esas modificaciones son adaptativas o dirigidas (220)

— en 1927 William McDougall demostró experimentalmente, como más adelante diré, que las pautas de conducta aprendidas por los ratones se transmiten a las generaciones sucesivas

— en 1929 Lysenko demostró, como más adelante expondré, que la vernalización es un carácter adquirido por las plantas como consecuencia de la exposición de las semillasa al frío que se transmite por vía vegetativa, sin la intervención del ADN, tanto por vía vertical, es decir, por división celular, como horizontalmente, de unas células a las contigüuas

— en 1935 Wendell M. Stanley publicó los resultados de uno de los experimentos más espectaculares del pasado siglo, al lograr cristalizar el virus del mosaico del tabaco, al que consideró como una sustancia bioquímica compuesta por proteínas (observando más adelante la existencia de ARN) con propiedades autocalíticas, reproductivas y transmisibles

— en aquella década tanto Jollos (221) como Waddington sometieron larvas de moscas durante 21 a 23 horas a una temperatura de 40 grados centígrados. Algunas de las moscas procedentes de aquellas larvas padecían una interrupción o una ausencia de los nervios transversales posteriores y, en ocasiones, también de los anteriores. Las otras eran normales. De generación en generación, tras el tratamento, Waddington separaba las moscas afectadas por la ausencia de nervios transversales de las que, por el contrario, no reaccionaban al tratamiento y permanecían normales. El porcentaje de sujetos que reccionaban en los dos linajes de moscas cambiaba con el tiempo. En el linaje sin nervios transversales el número de moscas disminuía y después de más de 20 generaciones afectaba casi a la totalidad. En el linaje normal el porcentaje de moscas disminuía de generación en generación, pero sin dar resultados tan característicos. Además, en el linaje sin nervios transversales llegó un momento en el que, a pesar de que los individuos no estaban sometidos al tratamento de alta temperatura, había un porcentaje de moscas que no tenían nervios transversales. Waddington escribió: “El efecto sobre los nervios transversales que en el linaje original sólo aparecía como respuesta a un estímulo externo, se hizo completamente independiente de toda característica del medio en las razas seleccionadas. Se puede decir que el carácter adquirido fue asimilado por el medio” (222)

— en la década siguiente, otro marginado de la biología, Tracy M. Sonneborn (1895-1970), extirpó los cilios de *Paramecium*, volviéndolos a colocar en la superficie pero al otro extremo de la bacteria, observando que al menos en las siguientes 200 generaciones los cilios aparecían en su nueva posición (222b)

— en 1949 Boris Efrussi descubrió que la acriflavina, un mutágeno químico, causa en la levadura (*Saccharomyces cerivisae* que puede vivir tanto anaeróbicamente como en presencia de oxígeno) una pérdida de la capacidad de respirar que hereda la totalidad de la progenie. El fenómeno se debe a la pérdida de un gran número de mitocondrias o de su capacidad de elaborar las enzimas solubles necesarias para la respiración, un proceso que es irreversible. Efrussi las calificó como partículas o unidades citoplasmáticas dotadas de continuidad genética, denominando como factor ρ a su componente genético que, además, no cumplía con las “leyes” de Mendel (223)

— a partir de 1958 y durante 40 años A.Durrant y luego C.A.Cullis realizaron experimentos con el lino silvestre (*Linum usitatissimum*) cultivado con nutrientes ricos en amoniaco, potasio y fosfatos, cuyo peso triplicaba al desarrollado en condiciones normales, transmitiéndose ese carácter adquirido durante tres generaciones, con independencia de las condiciones de cultivo empleadas a partir de la primera generación (224).

— en un largo experimento seguido desde 1959 durante varias décadas, el biólogo soviético Dimitri K. Beliayev, director del Instituto de Citología y Genética de la Academia de Ciencias, logró domesticar zorros seleccionando a aquellos que mostraban una mayor docilidad y dejando que fueran ellos los que se reprodujeran. Al cabo de diez generaciones, el 18 por ciento de los zorros mostraban conductas extremadamente dóciles, pero lo más sorprendente es que no sólo se asimilaban cada vez más a los perros en conducta, sino también físicamente (224b)

— en 1961 M.Petterson escribía en la revista *Animal behaviour* acerca del comportamiento de un ave, el verderón, que había adquirido el hábito de drogarse con las bayas de *Daphne*, un arbusto ornamental. Desde que en el siglo XIX se observó dicho hábito en Inglaterra, el mismo se había ido

propagando a razón de unos cinco kilómetros por año, hasta alcanzar a toda la población de verderones de las islas, un fenómeno que Petterson interpretaba como un ejemplo de propagación de un hábito adquirido

— en 1965 D.J.Hill demostró la heredabilidad de los cambios experimentados en la floración por *Nicotiana rustica* cuando se la nutría abundantemente con potasio (225)

— en 1975 Arthur D. Riggs y Robin Holliday sostuvieron la hipótesis de que la metilación del ADN era un mecanismo de control de su expresión, que posteriormente se vio confirmada y ampliada. Nacía la epigenética moderna. El fenómeno ya se conocía pero existían dudas sobre su alcance, especialmente en eucariotas. En 1980 Peter Jones y Shirley Taylor lo confirmaron, introduciendo el uso de diverosos compuestos químicos para prevenir la metilación del ADN (226)

— en 1976 Nagl y Rucker comprobaron que la exposición de protocormos de Cymbidium (orquídea) a la auxina amplifica los segmentos satélites de ADN ricos en AT, mientras que la exposición al ácido giberélico aumenta la de aquellos que lo son en GC, modificaciones que tienen relación con la inducción de la citodiferenciación de los protocormos de las orquídeas, lo que sugiere la amplificación de secuencias particulares de ADN durante el desarrollo (227)

— en 1980 Gorczynski y Steele sostuvieron que los ratones transmiten la tolerancia inmunológica durante dos generaciones. Las investigaciones soviéticas habían demostrado que los embriones no rechazan los injertos, de manera que, una vez desarrollados, admiten transplantes procedentes de los mismos donantes sin experimentar rechazo. Gorczynski y Steele demostraron que, además, esa tolerancia adquirida se transmite durante dos generaciones en ratones. Ambos inmunólogos llevaron a cabo injertos precoces de una especie de ratones en otros que, una vez llegados a la madurez, cruzaron con hembras de la misma especie, no tolerantes, resultando que entre un 50 y 60 por ciento de la primera generación heredaron la tolerancia, un porcentaje que en la segunda se redujo a una proporción que oscilaba entre el 20 y el 40 por ciento (227b)

— en 1982 Stanley Prusiner descubró unas proteínas, denominadas priones, con la misma composición de aminoácidos que otras, pero que se diferencian de ellas en que se pliegan espacialmente de modo diferente. A causa de su singular configuración tridimensional, los priones desempeñan funciones diferentes que las demás proteínas y son la base de una herencia de tipo estructural, basada en proteínas, sin la participación del genoma ni de los ácidos nucleicos: no se multiplican generando nuevas copias de sí mismos sino que modifican la configuración física de otras proteínas, tanto pertenecientes al mismo organismo como al de especies diferentes (228)

— en 1990 Hiroshi Sano demostró que el tratamiento con azacitidina, un agente químico no mutagénico, causa enanismo en la planta de arroz, un carácter adquirido que se transmite a las sucesivas generaciones (229)

— ese mismo año Amzallag demostró que las plantas bicolores de sorgo se han adaptado a condiciones ambientales salinas y ese carácter adquirido se transmite a las generaciones sucesivas (230)

— Heslop Harrison demostró que la azacitidina causa diferencias en el tamaño y el tiempo de maduración del triticale, un híbrido de trigo y centeno, otro carácter adquirido que se transmite a las sucesivas generaciones (230b)

— en 1991 Pierre Rossin publicó un artículo en la revista *Science et Vie* sosteniendo que en el caso de algunas aves migratorias existían nuevas rutas de migración que eran el resultado de un carácter adquirido

— el ADN de los girasoles varía para adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes (231) en función de la cantidad y calidad de la luz incidente (231b)

— en 1994 M.A.Fieldes demostró que la azacitidina inducía la floración temprana del lino (*Linum usitatissimum*), carácter adquirido que se transmite a las sucesivas generaciones (231c)

— en 1998 Renato Paro sometió embriones de mosca durante un breve lapso de tiempo a una temperatura de 37ºC, cuando en condicionales naturales las larvas se desarrollan a 18ºC. El cambio de las condiciones ambientales afectó al color de los ojos del insecto: en lugar de tenerlos blancos, las moscas mostraban un rojo anaranjado y ese cambio se transmitió a la descendencia durante varias generaciones. Además, Paro comprobó que el ADN no había cambiado, es decir, que las moscas de ojos blancos y las de ojos rojos tenían idéntico ADN (232)

— al año siguiente A.A.Agrawal demostró la transmisión generacional de elementos defensivos en las dafnias o pulgas de agua (*Daphnia pulex*). Aunque sean genéticamente idénticas, algunas de ellas llevan una especie de casco espinoso que ahuyenta a los depredadores, mientras otras tienen su cabeza descubierta. La diferencia no estriba en el genoma sino en las experiencias de sus progenitoras. Si se toparon a lo largo de su vida con algún depredador, sus crías nacen con casco, pero si la vida de la madre transcurrió sin amenazas, las crías no tienen casco (232b)

— en 2002 Jan M. Lucht demostró que las agresiones del patógeno *Peronospora parasitica* estimulan la recombinación somática en *Arabidopsis thaliana*, una respuesta a un factor exógeno que genera nuevas secuencias genómicas heredables obtenidas mediante la recombinación de otras anteriores ya existentes (233)

— en 2004 Hilmar Lemke sugirió que el impacto funcional de los anticuerpos maternos (inmunoglobulina G) en la descendencia es un supuesto de herencia, que calificaba de “no genética” que apoyaba la validez de las tesis lamarckistas en la explicación del sistema inmune (233b)

— al año siguiente Michael Skinner sometió a ratas embarazadas a altas dosis de un insecticida (metoxicloro) y un fungicida (vinclozolin). Durante tres generaciones su descendencia redujo el volumen de esperma en los varones y elevadas tasas de infertilidad en las hembras. Los efectos adversos se prolongaron en el 90 por ciento de los varones en las cuatro generaciones posteriores que siguieron, sin que hubiera exposición adicional a los pesticidas. El laboratorio de Skinner en Washington también descubrió que al inyectar a ratas preñadas una sustancia química que suprime los andrógenos (hormonas sexuales masculinas) hace que sus descendientes sufran enfermedades que se heredan durante varias generaciones (234)

— en 2006 el francés Jean Molinier demostró que el tratamiento de *Arabidopsis thaliana* con radiación UV-C o flagelina induce a un aumento en la flexibilidad genómica incluso en sucesivas generaciones no tratadas, aumentando así la capacidad de adaptación. Un factor ambiental aumenta la recombinación homóloga de un gen introducido y la recombinación se mantiene en subsiguientes generaciones. El aumento en el número de recombinaciones en las generaciones siguientes es independiente de la presencia del alelo transgénico (235).

— en 2009 otro experimento con ratones dirigido por Larry Feig concluyó que la memoria puede mejorar de una generación a la siguiente por medio de la epigénesis. Feig expuso ratones con problemas de memoria a un entorno rico en juguetes, ejercicios y atención extraordinaria. Los ratones demostraron mejoras significativas en la presentación a largo plazo, una forma de transmisión neural que es esencial en la formación de la memoria. Los descendientes exhibieron las mismas mejoras, aunque no estuvieron expuestos a la atención recibida por sus padres, lo cual, según los autores, es un caso de herencia lamarckista (235b).

— en 2010 se descubrió que acontecimientos traumáticos como las guerras, los delitos y las catástrofes, provocan cambios en la metilación de los segmentos del ADN responsables del sistema inmunitario y la memoria. Durante los años posteriores, la salud física de las personas que han padecido transtornos postraumáticos se deteriora, su sistema inmunitario se debilita y su memoria empeora (236)

La herencia de los caracteres adquiridos siempre estuvo bien demostrada. Hay muchos ejemplos de información que se aprende o adquiere de los ancestros por medios extragénicos, desde las técnicas de alimentación de los monos y las ratas a las preferencias alimentarias de los conejos y los dialectos del canto de pájaros y ballenas. Siempre se observó que los caracteres adquiridos se

transmitían pero no se sabía la manera en que tenía lugar. La tarea de Weismann consistió en hacer teóricamente inconcebibles dichas vías de transmisión. El vuelco en la biología estaba diseñado para que fueran inverosímiles. En forma de característico dogma los Medawar ofrecen la receta infalible para descartar cualquier cualquier experimento imaginable, cualquier tentación lamarckista: "No puede aceptarse ninguna interpretación lamarckiana como válida, a menos que expresamente excluya la posibilidad de selección natural" (237). La selección natural es el mecanismo por antonomasia de la evolución biológica y es, además, según el criterio neodarwinista, un mecanismo único, exclusivo y excluyente. Es incompatible con la intervención de otras causas diferentes y, por consiguiente, con la herencia de los caracteres adquiridos y con cualquier otro fenómeno biológico, como la simbiogénesis.

Como en otros aspectos de la biología que analizaré más adelante, lo que se trata de averiguar aquí son dos cuestiones diferentes. La primera es si ésta es la concepción que defendió Darwin, es decir, si los neodarwinistas merecen dicha condición, si son expositores fieles del pensamiento de Darwin y de la historia de la biología o si, por el contrario, la han adulterado. La segunda es si, independientemente de lo que Darwin expusiera, se trata de una concepción biológica acertada o si, por el contrario, los neodarwinistas están equivocados. Pues bien, la respuesta a ambas preguntas es la misma: los neodarwinistas han falseado tanto la historia de la biología como la biología misma. Caben muy pocas dudas al respecto porque ya en su día el propio Darwin en persona se defendió expresamente de tergiversadores como Weismann y los Medawar, sosteniendo con meridiana claridad lo siguiente: "Pero como mis conclusiones han sido recientemente muy tergiversadas, y se ha afirmado que atribuyo la modificación de las especies exclusivamente a la selección natural, me permito hacer observar que en la primera edición de esta obra, y en las siguientes puse en lugar bien visible: 'Estoy convencido de que la selección ha sido el principal pero no exclusivo medio de modificación'. Esto no ha servido de nada. Grande es la fuerza de la tergiversación continua; pero la historia de la ciencia demuestra que, afortunadamente, esta fuerza no perdura mucho tiempo" (238). Fue precisamente Weismann el primero en plantear esa gran tergiversación a la que se refería Darwin. A este respecto, Gould puso el acento en el concepto de *allmacht* con el que Weismann concibe la selección natural, un verdadero caso de autosuficiencia científica y causalidad omnipotente: el panseleccionismo (239). Además, para desconsuelo de Darwin, esa gran tergiversación iniciada por Weismann sí perduró mucho tiempo, hasta la misma actualidad. Hoy los neodarwinistas no hablan de otra cosa que no sea la selección natural. Huxley lo expone de la siguiente forma: "La contribución especial de Darwin al problema de la evolución fue la teoría de la selección natural, pero, a causa del rudimentario estado de los conocimientos en ciertos campos biológicos, Darwin se vio obligado a reforzar su exposición con hipótesis subsidiarias lamarquianas acerca de la herencia, de los efectos del uso y desuso y de modificaciones producidas de modo directo por el ambiente. Hoy estamos en condiciones de rechazar estas hipótesis subsidiarias y podemos demostrar que la selección natural es omnipresente y virtualmente el único agente orientador en la evolución" (240). Esa era la línea directriz a seguir por la biología en el futuro: acabar con esas hipótesis subsidiarias lamarckistas, salvar a Darwin de sí mismo porque, en ocasiones, "no se mostraba todo lo darwinista que debería haber sido" (241).

Cuando los supuestos de herencia de lo adquirido se presentaban ante sus ojos, los neodarwinistas miraban para otro lado e inventaban una explicación alternativa. Nada les resultaba convincente; decían que no habían podido reproducir los experimentos con los mismos resultados, o que estaban mal concebidos. Para eludir mencionar la herencia de los caracteres adquiridos, empleaban expresiones tales como "epigenética", que es una modalidad de transmisión de lo adquirido, secundaria de segunda fila. En otras ocasiones hablan de transmisión horizontal o "transgeneracional". Luego expondré también otro recurso bastante socorrido, que consistió en definir de determinadas maneras la herencia de lo adquirido para concluir que su existencia no era posible.

Si, pese a todo, la teoría de Lamarck no está probada sólo queda comprobar si lo está la de Weismann. La leyenda de la genética afirma que para demostrar la inconsistencia de la

heredabilidad de los caracteres adquiridos, Weismann amputaba el mismo miembro de cualquier animal generación tras generación, a pesar de lo cual, el zoólogo ciego veía que dicho miembro reaparecía en cada recién nacido. Nunca existió tal experimento, pero de esa manera absurda se ha pretendido ridiculizar a Lamarck con una caricatura, cuando sería el experimentador el que hubiera debido quedar ridiculizado. El naturalista francés no habló nunca de amputaciones, que no son una reacción del organismo ante un cambio en el medio sino la acción directa y traumática del mismo medio. Por lo demás, no hacía falta ningún experimento; los judíos llevan siglos circuncidándose y, a pesar de ello, el prepucio reaparece en cada nueva generación; los hijos de los cojos a quienes se coloca una prótesis ortopédica no nacen con las piernas de madera; en China las mujeres nacían con la largura normal de los pies, a pesar de que durante generaciones se les vendaron fuertemente y, no obstante las penetraciones sexuales desde los más remotos tiempos de la humanidad, las mujeres siguen naciendo con el himen intacto... Estos y otros ejemplos que se pueden exponer lo que demuestran es que, como reconoció el propio Lysenko, "las variaciones de los organismos o de sus diferentes órganos y propiedades no siempre, ni en pleno grado, son transmitidas a la descendencia". Es un fenómeno frecuentemente observado, añadía el agrónomo soviético, que "a veces las modificaciones de los órganos, caracteres o propiedades del organismo no aparecen en la descendencia" (242). A la descendencia no se transmiten con la misma frecuencia y en el mismo grado todos los caracteres ni todos los cambios que experimentan las diferentes partes de un organismo. Esto es lo que hubiera merecido una explicación: por qué hay caracteres adquiridos que no se transmiten, en que condiciones ese fenómeno es posible.

El objetivo del ataque de Weismann no era la heredabilidad de los caracteres adquiridos; es toda la biología preexistente la que se propone derribar, aunque él la personaliza en Lamarck, excluyendo a Darwin. La crítica empieza con una tergiversación tópica de las concepciones del naturalista francés: como la heredabilidad de los caracteres adquiridos es el único mecanismo explicativo que Lamarck propone y es errónea, afirma Weismann, todo su sistema biológico se hunde. Los demás biólogos quedan a salvo del naufragio, incluso el mismo Weismann, que había defendido esa misma concepción hasta el dia anterior. Había algo en la obra de Lamarck que a finales del siglo parecía necesario erradicar. Sin embargo, convenía salvar a Darwin porque éste redujo al ámbito de acción de la herencia de los caracteres adquiridos con su teoría de la selección natural. Había que preservar ese residuo darwinista, el principio de la evolución exclusivamente por medio de la selección natural.

Pero además de eso es necesaria una teoría de la herencia que sustituya a la de Lamarck. De ahí que, aunque el zoólogo alemán sostiene que ambas son independientes, lo cierto es que sí procede abiertamente a contraponer su hipótesis a la lamarckista.

La teoría de Weismann no carecía de precedentes, que están en la teoría celular de Virchow. En 1876 Jäger publicó su tesis sobre la continuidad germinal, Nussbaum desarrolló en 1880 la teoría con una serie de experimentos sobre ranas y, finalmente, la teoría del idioplasma de Nägeli de 1884 también era equivalente. Pero lo verdaderamente sorprendente es la rapidez con que a partir de entonces se abandona la pauta anterior y se inicia una nueva sin grandes resistencias. En muy poco tiempo la herencia de los caracteres adquiridos pasó de ser un principio incontrovertible, incluso para los fijistas, a ser el más controvertido de toda la biología. Fue un giro fulgurante, aunque lo más sorprendente es que no se fundamentaba en hechos sino en contraponer una hipótesis a otra. La explicación de este éxito no radicaba, en absoluto, en ninguna clase de evidencias empíricas sino en el racismo, el antisemitismo y el pangermanismo que empezaban a recorrer Alemania como una sombra amenazante. En 1875 se publicó "Raza y Estado" la obra pionera en la que Ludwig Gumplowicz (1838-1909) justifica las diferencias sociales como diferencias biológicas, a la que seguirán las de Ludwig Woltmann (1871-1907) y otros. El fundamento de estas corrientes racistas es el mismo que el de Weismann, el neodarwinismo, es decir, una interpretación sesgada de la obra de Darwin seguida de su extensión a la sociedad y a la historia, la metáfora de que la sociedad también es un organismo, un ser vivo, por lo que la historia descansa sobre la genética: también los pueblos están sometidos a la selección natural. Weismann fue uno de los primeros eugenistas. En

1904 le nombraron presidente honorario de la Sociedad para la Higiene Racial. Defendía que sólo las personas más aptas debían ser autorizadas a procrear hijos, y esas son las que cumplen el servicio militar (243). Su concepción biológica triunfa rápidamente porque su tesis refuerza esa metáfora biológica racista según la cual, como decía Bismarck, Alemania es una "nación saturada", superpoblada que necesita colonizar nuevos territorios, anexionar nuevas fuentes de aprovisionamiento e imponer su superioridad natural sobre los demás pueblos.

Las luces, el pensamiento ilustrado europeo, se deslizan rápidamente hacia el sumidero más pestilente de la historia. En 1903 el austriaco Otto Weininger escribió un ensayo, "Sexo y Carácter", que es una de las obras que marcan el cambio de ciclo intelectual. Al año siguiente otro austriaco, Jörg Lanz von Liebenfels, publicó su libro "Teozoología" en el cual incorporaba la evolución humana y la antropología al ocultismo. Al tiempo que glorificaba a la raza aria, abogaba por la esterilización de los enfermos y la imposición de trabajos forzados para las razas inferiores. La búsqueda de la pureza racial aparece descarnadamente bajo la forma de mujeres rubias seducidas por hombres de piel oscura, inferiores, cuyo mestizaje se debe impedir. Es el momento en el que se produce la mezcla explosiva del racismo con el mathusianismo. Pero no se trataba sólo de teorías disparatadas sino que en varios países comienzan a promulgarse leyes contra la inmigración so pretexto de consideraciones médicas y biológicas. En torno a estas aberraciones intelectuales, caracterizadas por Luckacs como un "asalto a la razón" (244), se fueron tejiendo redes y organizaciones que difundían revistas y libros. Sobre ellas se constituye la Orden Germánica, que en 1912 formará la Sociedad Thule.

La propuesta de Weismann nada tiene que ver con la ciencia. Como escribió Bertalanffy, "el modelo de Weismann constituye el caso típico de una teoría falsa aunque fértil" (245). Supuso un retroceso hacia ideologías pretéritas. No sólo carecía por completo de virtudes teóricas sino que sus postulados eran inferiores a los hasta entonces predominantes. Weismann formula la primera versión del dogma central de la biología, según el cual la dotación genética ("plasma germinal", la llamó) determina unilateralmente los rasgos morfológicos de los seres vivos. Las células de éstos aparecen divididas en dos universos metafísicamente contrapuestos, un elemento activo y otro pasivo, quebrando de manera radical los fundamentos mismos de la teoría celular según los cuales todas las células son estructural y funcionalmente similares. Hasta la fecha, la división dominante en los organismos vivos se establecía entre la especie (o el individuo) y el medio; a partir de entonces esa división separa el plasma de "todo lo demás", calificado de "medio exterior". Unas células componen el cuerpo y otras lo reproducen. No se puede ignorar que esta distinción tiene un extraordinario valor analítico, ni tampoco que realzó la importancia que en los organismos vivos tienen los sistemas reproductores, mucho mayor que otras funciones orgánicas. Su alcance, pues, es considerable. También fue fecundo porque el análisis está en la esencia misma de la ciencia pero, como expondré más adelante, no tardó en convertirse en un arma de doble filo porque la escisión condujo a un planteamiento metafísico, en el cual:

a) se confunde la parte (reproducción) con el todo (organismo)
b) se impone un determinismo estricto de la parte (germen) sobre el todo
c) no existe retroacción del todo sobre la parte

Si ya es discutible separar de manera absoluta el plasma del cuerpo, mucho más lo es proceder a una separación entre el plasma y "todo lo demás", un verdadero torpedo a la línea de flotación de la biología de entonces. El cuerpo no tiene el carácter residual que Weismann le quiso otorgar y, en cuanto al plasma, forma parte integrante de esa totalidad compleja que es el cuerpo vivo. Sin embargo, entre el plasma y el cuerpo Weismann establece un tipo de relación que sólo es posible entre dos partes de un todo, mientras que parece obvio afirmar que el plasma y el cuerpo están en una relación de la parte con el todo, que no puede ser bilateral. Por otro lado, cuando dos componentes se separan también deben unirse en otro momento de la explicación. El análisis requiere de la síntesis y en la genética aún está por producirse esa síntesis del plasma y el cuerpo.

Aunque Weismann se guarda de reconocerlo, esta teoría era una crítica directa contra la pangénesis

de Darwin, según la cual cada célula del cuerpo produce unas partículas, a las que llamó "gémulas", que transportadas por los fluidos orgánicos, llegaban a los órganos reproductores, donde permanecían en espera de la fertilización. Los gametos emanan de todas las células corporales, son una réplica concentrada del ser vivo que las origina, de manera que si ese ser cambia, también cambia su réplica germinal. La pangénesis de Darwin reconoce la interacción entre todas las partes del cuerpo y, por consiguiente, no separa de manera absoluta al plasma del resto del organismo. Sus aplicaciones más importantes son, como veremos, la regeneración de los órganos dañados o amputados y la hibridación vegetativa, esto es, la posibilidad de crear nuevas variedades de plantas mediante injertos de una parte del cuerpo (esqueje o púa) de una variedad en una parte del cuerpo (patrón o mentor) de otra. Esas modificaciones alcanzan a las células germinales y, por consiguiente, se transmiten a las generaciones sucesivas. Se trata, pues, de una causalidad inversa respecto a la que Weismann propone: es el cuerpo el que engendra la materia germinal, y no al revés. Como cualquier otra parte del cuerpo, para Darwin el plasma estaba sometido a toda clase de influencias. Pero para Weismann el plasma no es un efecto sino una causa. A través de Michurin y su "método del mentor", de una manera tácita, la teoría darwiniana de la pangénesis fue asumida por Lysenko y una parte de la genética soviética, por lo que la fidelidad a Darwin es mucho más evidente en Lysenko que en Weismann y sus epígonos de la teoría sintética.

La pangénesis de Darwin conduce directamente a la herencia de los caracteres adquiridos, le proporciona un fundamento fisiológico, pues las gémulas recogen los cambios que sufren las partes del organismo de las que proceden. Por el contrario, Weismann crea la noción de "linaje" celular, derivado de la teoría de la continuidad celular: las células sexuales provienen exclusivamente de otras células sexuales. La separación entre el plasma y el cuerpo que, como decimos, rompe con la teoría celular, no es un añadido que Weismann aporta al darwinismo sino un giro conceptual; mientras con su pangénesis Darwin relacionaba a todas las células del cuerpo entre sí, Weismann acaba con esa interacción mutua y sólo reconoce los efectos del plasma sobre el cuerpo pero nunca los del cuerpo sobre el plasma. Weismann extrae del cuerpo una de sus partes, a la que confiere un influencia sin contrapartidas. Su nueva orientación conceptual se expresa en la vieja paradoja del huevo y la gallina que Lysenko califica acertadamente de metafísica: ¿Qué aparece primero, la gallina o el huevo? Desde Aristóteles hasta Darwin los biólogos habían afirmado que primero fue la gallina; para Weismann y los partidarios de la teoría de la continuidad lo primero es el huevo: *omne vivum ex ovo*. Empezando con él y acabando con Dawkins, Ruse y los demás, ya no es la gallina la que pone huevos sino los huevos los que ponen gallinas. De acuerdo con Weismann, la gallina es simplemente un dispositivo del huevo que posibilita la postura de otro huevo; la gallina acabará desapareciendo de la biología y con ella el concepto mismo de vida. La biología ya no es la ciencia que trata de la vida sino de otros fenómenos, o bien la vida se confundirá con esos otros fenómenos (células, cromosomas, genes). La vida no es más que reproducción; los mecanismos reproductivos monopolizarán la primera plana. El plasma germinal no es una parte de un todo vivo sino la vida misma. Esa será la esencia de la genética del futuro. La deducción lógica de este vuelco es que toda la teoría de la evolución pasa a descansar en torno a la genética.

Por lo demás, la concepción de Weismann no sólo no precisa el concepto de "medio" sino que pretende darle "una gran amplitud". Es una buena prueba de que se había impuesto la concepción abstracta de Comte. Como buen zoólogo, aunque ciego, Weismann era un observador perspicaz y había leido a Lamarck mucho mejor que sus contemporáneos. Sabía que el francés se apoyaba en el "uso y desuso" y no en el ambiente exterior. Pero, según Weismann, el uso y desuso no puede ejercer una influencia "directa" de transformación de la especie tan grande como los factores ambientales. La de Weismann no es una crítica de los postulados del contrario sino de la interpretación que él mismo ofrece de esos postulados. Es un aspecto en el que Weismann deja de ser el biólogo minucioso y atento para desplegar un ataque en toda la línea del frente que, en aquel momento, estaba compuesta por todos los demás. Es una crítica genérica de toda una corriente, el neolamarckismo, presentada de una manera uniforme sobre la base de conceptos imprecisos, como el "medio exterior", cuya precisión se difumina aún más con la teoría del plasma. De esta manera,

Weismann se enfrenta directamente a los neolamarckistas de su tiempo sobre tres ejes básicos:

a) los cambios individuales no afectan a la especie; si se toma al individuo aisladamente, todas las influencias exteriores no pueden transformar la especie
b) las modificaciones acaban en el cuerpo, no se transmiten porque no pasan al plasma germinal
c) en la crítica el factor ambiental queda definido como la "acción directa del medio exterior", una expresión que repite varias veces

En fin, para Weismann esos cambios inducidos por el ambiente exterior son como el bronceado veraniego: se van con los primeros fríos. Sin embargo, parece claro observar que la afirmación micromerista de que los cambios exteriores sólo pueden afectar a un único individuo también es opuesta a lo que Darwin sostuvo: "La selección puede aplicarse a la familia lo mismo que al individuo" (246). Las modificaciones ambientales afectan a todos los organismos a los que alcanza su radio de acción. Pero eso es exactamente lo que Weismann critica y su conclusión hará fortuna. Todos los caracteres debidos a las acciones exteriores, afirma Weismann, quedan limitados al individuo afectado y, además, desaparecen muy rápido, mucho antes de su muerte, concluyendo de una forma rotunda sin intentar siquiera ninguna clase de prueba: "No hay un solo caso en el cual el carácter en cuestión se haya convertido en hereditario" (247). Es lo que habitualmente se denomina como la "barrera" de Weismann, según la cual, las influencias se dirigen en la dirección del plasma al cuerpo pero nunca del cuerpo al plasma; es, en suma, el dogma central del mendelismo.

Sin embargo, Weismann defiende la evolución, por lo que tiene que recurrir a otros mecanismos hipotéticos diferentes, es decir, tiene que explicar la transformación sin herencia de los caracteres adquiridos. Éste es uno de los problemas más profundos de la biología, advierte Weismann; su solución es decisiva para comprender la formación de las especies y los cambios en los organismos vivos a lo largo del tiempo. Weismann tiene que introducir un cambio previo que los cause, el plasma germinal: no hay cambio en la especie sin previo cambio del plasma: "Nunca he dudado de que modificaciones que dependen de una modificación del plasma germinal, y por tanto de las células reproductoras, sean transmisibles, incluso siempre he insistido en el hecho de que son ellas, y sólo ellas, las que deben ser transmitidas" (248). Pero si el cuerpo cambia, dichos cambios deberán tener su origen en un plasma cambiante y entonces la pregunta de Weismann es qué es lo que causa esas modificaciones del plasma que a su vez causan modificaciones del cuerpo. Entonces critica el preformismo de Nägeli, para quien las modificaciones son de tipo "interno" de modo que todo el desarrollo de las especies estaba ya previamente escrito en la estructura del primer organismo simple y todas las demás proceden de él. Según Weisman las causas son "externas", lo cual parece dar la razón a los neolamarckistas, o al menos permite una síntesis: no habría una acción "directa" del medio exterior sino que ésta sería "indirecta". Weismann no lo dice pero sólo cabría esa reflexión. De haberlo dicho habría entrado en contradicción consigo mismo: no existiría ninguna "barrera".

La insistencia de Weismann en criticar la "acción directa del medio exterior" y en relacionar esta concepción exclusivamente con Lamarck, que no la admitía, es altamente sospechosa por varias razones a las que merece la pena dedicar un poco de atención. Quien había hablado antes de esto mismo no era Lamarck sino Darwin, así que es una oportunidad para volver a comprobar que persistió un inusitado interés por volcar sobre el francés las concepciones a criticar, librando al británico de la más leve sospecha de lamarckismo. Además también servirá refutar el supuesto darwinismo de Weismann.

Lamarck no conoció la separación establecida por Weismann entre el plasma y el cuerpo. La única dicotomía que él aceptó fue la del cuerpo y el medio. A diferencia de él, Darwin sí conoció esa distinción y cita dos veces expresamente a Weismann a partir de la cuarta edición de "El origen de las especies", que data de 1866, para aludir precisamente a la "acción directa del medio exterior". Cuestión distinta es que Darwin no aceptara esa separación entre el plasma y el cuerpo en los mismos términos que Weismann, lo cual parece claro porque dio lugar a un nuevo marco conceptual en la biología, radicalmente distinto del anterior. Sólo en este punto las divergencias entre Darwin y

Weismann se expresan en tres aspectos. El primero es que cuando Darwin habla de "medio exterior" se refiere al ambiente externo al animal, mientras que cuando lo hace Weismann, alude a todo lo que no es el plasma, es decir, tanto al ambiente como al resto del cuerpo. La segunda aparece cuando pretendemos averiguar sobre qué actúa el medio exterior: para Darwin ese sujeto pasivo es el cuerpo mientras que para Weismann es el plasma. La tercera es que mientras Weismann sólo habla de una "acción directa", Darwin reconoce una directa (sobre el cuerpo) y otra indirecta (sobre el cuerpo a través del sistema reproductor): "El cambio de condiciones de vida es de suma importancia como causante de variabilidad, tanto por actuar directamente sobre el organismo, como indirectamente, al afectar al sistema reproductor". Esta noción está tan arraigada en su pensamiento que lo repite en otras obras suyas, tales como "El origen del hombre" y "La variación en plantas y animales sometidos a domesticación" (249). Parece obvio concluir que la diferenciación entre plasma y cuerpo no fue algo intrascendente en biología y que si es posible afirmar que Weismann es neodarwinista, entonces el neodarwinismo no tiene nada que ver con Darwin.

A partir de ahí las explicaciones de la nueva biología son ambiguas y quedan en una nebulosa. Weismann dice que la selección opera no sobre el cuerpo sino sobre "variaciones germinales", pero no explica por qué se producen esas variaciones, salvo que son de naturaleza distinta a las variaciones del cuerpo. También alude a las "tendencias de desarrollo" del germen, lo que parece una vuelta a Nägeli. En cualquier caso, la biología posterior se olvidó de esta parte de la concepción de Weismann, de modo que el plasma no podía resultar influenciado por nada ajeno a él mismo. El motivo es bastante claro: la acción indirecta del medio exterior sobre el plasma no era más que un retorno apenas disimulado de la herencia de los caracteres adquiridos con la que se pretendía acabar. Una mala teoría siempre se puede empeorar y a los continuadores de Weismann les pareció preferible acabar con las medias tintas y las ambigüedades.

También es nebulosa la misma concepción del plasma germinal, que no es un organismo "en el sentido de un prototipo microscópico que engordaría para transformarse en un organismo completo" (250). Esta declaración es un abierto posicionamiento de Weismann contra el preformismo, por lo que en este punto no tiene razón Bernal (251). Ahora bien, las secuelas de esta concepción, la hipótesis del gen en la forma en que fue luego desarrollada a comienzos del siglo XX, sí era un retorno al preformismo. En cuanto a la composición material del plasma, Weismann dice lo que no es pero no dice lo que es, y todo vuelve a la nebulosa. No obstante, avanza dos conjeturas de largo alcance. Primero sitúa al plasma germinal en el núcleo de la célula porque a veces se refiere a él como "sustancia nuclear", lo que le convierte en un precedente de la teoría cromosómica de Boveri y Sutton. Además, habla de que el plasma dispone de una "estructura molecular específica" y determinadas "propiedades químicas" que no concreta, y posiblemente no podía concretar en aquel momento. No obstante, esas alusiones son suficientes para concluir que Weismann parece conceder al plasma una estructura material. Esta afirmación resultaría más que suficiente para afirmar que el plasma, como materia, no puede estar, de ninguna manera, fuera de la interacción con las demás formas materiales. Por lo demás, ahora que estamos en condiciones de afirmar la composición bioquímica del plasma, resultaría útil preguntar dónde está su separación respecto de "todo lo demás": si el ADN está separado del ARN, si ambos están separados de las proteínas, etc. Es algo sobre lo que tendremos que volver al hablar de la hipótesis del gen.

La concepción material del plasma fue otro vuelco importante producido en el seno de la biología, pero tampoco es original de Weismann sino que le llega de Descartes por influencia inmediata de Buffon. Hasta entonces la idea de herencia había estado vinculada a nociones filosóficas idealistas de origen aristotélico y escolástico. La herencia era la "forma" de Aristóteles y, en cuanto tal, se oponía a la "materia". Según el hilemorfismo, la forma no nace sino que se realiza en un cuerpo; no sólo es la causa sino el motor del cuerpo, "la razón de la cual la materia es algo definido" (252). Descartes fue el primero que materializó la transmisión de la herencia, dándole un sentido mecánico y determinista. El mérito de Descartes fue que precedió al descubrimiento del espermatozoide (1677), del óvulo (1827) y de la fecundación (1875). La filosofía ya lo había anticipado pero que lo dijera un biólogo, aunque no probara nada, le otorgó un estatuto muy diferente dentro del mundillo

científico, facilitando su difusión.

Hay otro aspecto en el que Weismann también incurre en contradicción consigo mismo: aunque explícitamente no quiere caer en el preformismo, cae de bruces en sus mismos postulados. A su conjetura se le da el nombre de “teoría de la continuidad” que, como ha quedado expuesto, tiene su origen remoto en el preformismo y su origen inmediato la versión ofrecida por Virchow de la teoría celular. Sin embargo, sería mejor llamarla teoría de la inmortalidad y es interesante entender los motivos porque inspiró corrientes filosóficas de clara raigambre mística, como la del Henri Bergson, cuya obra “La evolución creadora” estuvo entre los grandes éxitos editoriales tras su aparición en 1907. De las mónadas de Leibniz y a través de Goethe y la teoría celular de Virchow, se extrajo la idea peregrina de que los organismos unicelulares (bacterias, infusorios, móneras) no mueren nunca, ya que carecen de órganos reproductores y se multiplican con la totalidad de su cuerpo mediante divisiones sucesivas e idénticas que mantienen su vida indefinidamente, al menos en teoría. Por el contrario, parece que los organismos más complejos, que tienen órganos reproductores diferenciados del resto del cuerpo, fallecen. Weismann opina lo contrario y afirma que precisamente el plasma germinal no muere nunca; lo único que muere es el cuerpo, mientras que el plasma continúa en los descendientes. El primero de los artículos teóricos de Weismann se titula “La duración de la vida”, donde la apariencia científica apenas puede encubrir el viejo misticismo: los organismos inferiores no mueren nunca, los individuos mueren pero la especie es eterna, el cuerpo se descompone pero el plasma perdura, etc. La escisión que establecía entre parte reproductora y parte reproducida, también separaba la parte mortal de la inmortal, que luego Morgan rubricará de una manera característicamente dogmática: “Las células germinativas son inmortales; las células somáticas tienen sólo una vida perecedera” (253). Es el componente místico de la teoría. Aunque parece concederle una composición material, el plasma germinal de Weismann es el viejo alma (“pneuma”, “anima”) de la vieja filosofía idealista. El plasma es inmortal, lo mismo que el alma. Como el plasma, el alma no tiene origen: se reencarna, emigra de unos cuerpos a otros, siempre idéntica a sí misma. No hay (re)generación; los seres vivos no se renuevan, no cambian nunca. Por lo tanto, Weismann incurrre en el preformismo que trataba de evitar y con él arrastrará al mendelismo que surge en 1900.

Otra consecuencia mística de la teoría de Weismann: si el plasma germinal no cambia, no existen padres e hijos y todos los hombres somos hermanos (y los animales también). Es lo que a veces los mendelistas denominan como “copia perfecta” o “papel de calco”, que es abiertamente malthusiana y antievolucionista, una continua multiplicación cuantitativa, genética, independiente de condicionantes económicos y sociales. Si la herencia se distribuye de esa manera horizontal, si no hay sucesión generacional, tampoco hay manera de concebir siquiera ninguna clase de cambio; ni tampoco el tiempo. De ahí que haya que concluir que Weismann en particular y el neodarwinismo en general no son evolucionistas sino involucionistas.

Respecto a esta parte de la teoría de Weismann cabe apuntar varias observaciones, aunque sea de manera muy resumida:

a) cuando se dice que algo no tiene fin, que es eterno, es porque tampoco tiene principio y por eso, aunque Weismann critica a Nägeli, no acaba de romper con él; Darwin tituló su libro “El origen de las especies” y los fósiles demuestran el final de las mismas

b) a pesar de lo que digan Leibniz, Harvey, Goethe, Virchow y Weismann, las células sí mueren, todas ellas, pero es aún más necesario recordar en qué condiciones se puede prolongar su existencia: cambiando el medio, es decir, cultivándolas apropiadamente en los laboratorios de una manera parecida a como se cuidan los geranios en las macetas de cualquier terraza (254)

c) en los embriones, las células germinales se forman al cabo de un cierto tiempo después de otras, un tipo especial de células madre en las cuales no existe ninguna separación ni especialización y, por tanto, a partir de ellas, justo todo lo contrario de lo que cabría esperar de la tesis de Weismann

d) la fecundación demuestra que, en contra de una opinión muy común, no heredamos el plasma

sino que heredamos el plasma junto con el cuerpo

Weismann pone la reproducción en un primer plano de la biología, de una manera que resultará definitiva y de largo alcance, hasta el punto de que es la misma que llega a la actualidad, imbricándose con el malthusianismo. Es bastante evidente que, no obstante su éxito, esta concepción también contradice los postulados más básicos la teoría celular, incluido aquel según el cual una célula proviene de otra célula: se trata justamente de que proviene de ahí y no de un gen ni de un cromosoma y, por consiguiente, si una célula se compone tanto de plasma germinal como de cuerpo, se heredan ambos simultáneamente y se desarrollan ambos simultáneamente. Sin embargo, la genética formalista pondrá todo su énfasis en el instante de la fecundación, del cruce, convirtiéndose en una suerte de preformismo.

Después de Weismann, el énfasis de la nueva biología en la reproducción irá estrechando su propio cerco de una manera aún más clara, cuando concentre su atención no sólo sobre la reproducción sino sobre la reproducción sexual precisamente. Volveré a insistir más adelante en este hecho capital, por lo demás conocido: la reproducción no se agota con la fecundación. La reproducción biológica presenta dos modos diferentes. Un primer modo se denomina vegetativo o asexual ya que sólo hay un progenitor. Es característico de los microorganismos, plantas y animales de organización simple, un fenómeno de división de todo el cuerpo del organismo, junto con el cual se divide también el plasma. Por consiguiente, los dos organismos resultantes heredan tanto el plasma como el cuerpo. El segundo se denomina reproducción generativa o sexual que combina dos células diferentes (óvulo y espermatozoide en el caso de los seres humanos) procedentes de dos progenitores diferentes. A lo largo de la evolución la reproducción vegetativa antecede a la sexual, es decir, que ésta procede de aquella, es un desarrollo suyo, lo cual significa, en definitiva, que el plasma germinal es una derivación evolutiva del cuerpo.

Otra consecuencia que se desprende de la reproducción sexual es que también en ella heredamos tanto el plasma como el cuerpo por las siguientes razones:

a) el óvulo es una célula completa antes de la fecundación que, como cualquier otra, se compone tanto de núcleo (plasma) como de citoplasma (cuerpo)
b) los cromosomas (maternos y paternos) que se fusionan en su núcleo se componen tanto de plasma (ácidos nucleicos) como de cuerpo (proteínas)
c) los espermatozoides componen menos del 10 por ciento del total del semen; el resto es el líquido seminal que, a su vez, contiene otros 30 elementos heterogéneos más, con otro 5 por ciento de célulalas (leucocitos y células epiteliales) y otra plasmática, que incluye ADN circulante (255)
d) a su vez, el ADN de un espermatozoide sólo constituye un 20 por ciento de su peso total, pudiendo portar microorganismos, como hongos, bacterias y virus

En la fecundación el espermatozoide también tambié transmite su ARN, lo cual parece ser la explicación de un experimento que vulnera las “leyes” de Mendel. Un grupo de científicos franceses dirigidos por Minoo Rassoulzadegan mostró que ratones criados excluyendo una secuencia mutante que causa manchas en sus pies y colas presentaron igualmente estos rasgos. Los científicos cruzaron ratones con un gen normal y uno mutante, descubriendo que la mayoría de la descendencia con dos genes normales también presentaba manchas en sus colas. Rassoulzadegan propone la hipótesis de que fue el ARN el agente transmisor de aquel fenotipo a las sucesivas generaciones (255b).

En los seres vivos que se reproducen sexualmente, la vida no se agota con la fecundación sino, más bien, es entonces cuando empieza. Una vez fecundado, el óvulo permanece unido al cuerpo de la madre -precisamente a su cuerpo y no a su plasma germinal- a través de la placenta y del cordón umbilical. En los seres humanos, la gestante intercambia células con el embrión durante el embarazo y la lactancia, las cuales pueden persistir en el organismo durante decenios (255c). El intercambio de células completas durante la gestación está hoy bien documentada en los mamíferos, habiéndose comprobado tanto entre la madre y el feto como entre los gemelos. El caso de las vacas estériles *freemartin* es conocido desde hace milenios, pero no sus causas. Las vacas *freemartin* son

gemelas dicigóticas con un macho en las cuales durante la gestación se produce una fusión de los coriones (envolturas exteriores) de ambos embriones, así como -en el 90 por ciento de los casos- una anastomosis o comunicación entre sus vasos sanguíneos. Como consecuencia de ello, se produce entre ambos un intercambio de células hematopoyéticas que permanecen activas a lo largo de toda la vida del animal. Por consiguiente, una parte de las células sanguíneas de la vaca son masculinas y una parte de las células del ternero son femeninas, lo que acarrea dos consecuencias fenotípicas. Por un lado, el animal habituado a convivir con células ajenas tiene -como más adelante repetiré- un sistema inmmune que no rechaza los transplantes de su gemelo. Por el otro, la hembra adquiere algunos de los rasgos masculinos, especialmente en sus órganos genitales y suele ser estéril (256).

En los seres humanos, las mujeres gestantes también también transmiten al feto oxígeno, anhídrido carbónico, hormonas, vitaminas, sales, azúcares y la alimentación imprescindible durante un periodo de gestación que parece ajeno por completo a los manuales de la teoría sintética. Cabe decir que la madre le transmite al feto tanto el cuerpo como los anticuerpos. El sistema inmunitario es un claro ejemplo de herencia de los caracteres adquiridos: tanto el del feto como el del recién nacido no son suyos propios sino heredados de la madre. En el caso de los embriones de la mayor parte de los mamíferos, los anticuerpos de la madre les llegan atravesando la placenta; en el caso de los recién nacidos, por medio del calostro y la leche materna (257). Los madre puede transmitir virus al feto (258). La adrenalina, noradrenalina, oxitocina, serotonina y otros mensajeros moleculares también atraviesan la placenta y llegan hasta el feto. Los mismo cabe decir de los fármacos, drogas y contaminantes de origen químico también alcanzan al feto, provocando graves trastornos, aunque en la madre resulten inapreciables. Algunos plaguicidas, metales pesados y toxinas atraviesan la placenta de la embarzada y también se pueden excretar con la leche materna. La exposición al plomo y al mercurio del feto y del neonato, a través de la sangre materna, la leche materna y los alimentos, puede tener efectos neurotóxicos. Los lactantes pueden estar expuestos a micotoxinas (como las aflatoxinas) que proliferan en el maíz, los cacahuetes y otros cereales mohosos que ingiere la madre que amamanta. El feto es alcanzado por enfermedades y patógenos que no provocan síntomas en las personas sanas y, por tanto, tampoco en las embarazadas. En ocasiones, las enfermedades causan síntomas en la madre, pero en otros casos son asintomáticas o tan leves que la madre no nota la infección y, sin embargo, la transmite al feto, sobre el que los efectos pueden ser graves. Ya he mencionado el caso de la sífilis, pero también se puede mencionar la viruela y el sarampión. La rubeola no es grave para la madre pero ocasiona malformaciones en la cabeza del feto. La toxoplasmosis es otra enfermedad que en una persona sana habitualmente sólo provoca síntomas leves, similares a los de la gripe. Sin embargo, tiene graves consecuencias para el feto a largo plazo: puede causar retraso mental, esquizofrenia (259), ceguera, parálisis cerebral, nacimiento muerto y aborto espontáneo. Otra enfermedad, la listeriosis, provocada por una bacteria que afecta principalmente a adultos, es especialmente peligrosa para el feto y en un 40 por ciento de los casos tiene relación con el embarazo; puede provocar aborto, nacimiento prematuro, nacimiento muerto y enfermedad neonatal. La alimentación materna es la principal vía de transmisión de la listeriosis al feto.

Es necesario concluir, en consecuencia, que esa supuesta separación entre el plasma y el cuerpo no aparece en ningún ser vivo en ningúna etapa de su desarrollo; no es más que un artificio analítico. También es igualmente necesario concluir que los ejemplos mencionados son otros tantos supuestos de herencia de los caracteres adquiridos.

En Francia, por influencia de Bergson, algunos embriólogos, como Charles Houillon, han tratado recientemente de seguir defendiendo la teoría del linaje germinal, es decir, la existencia de una diferenciación absoluta entre las células germinales y las demás células corporales. Según Houillon éstas agotan su potencialidad por el hecho mismo de la diferenciación, mientras que las germinales las conservan puesto que son “totipotentes”, es decir, capaces de crear un nuevo organismo. Además, el embriólogo francés enumera una serie de singularidades, como que tienen una diferenciación especial en células masculinas y femeninas o que “evolucionan por su propia

cuenta”. No obstante, a medida que avanza en su exposición, matiza muchas afirmaciones iniciales hasta acabar reconociendo la evidencia. Así, concluye que en organismos unicelulares no existe tal diferenciación, como es obvio porque no hay más que una sola célula. Es notable la reiteración con que manifiesta que las células germinales aparecen diferenciadas muy precozmente, pero parece natural concluir que por muy pronto que se separen estuvieron indiferenciadas anteriormente. Por ello afirma lo siguiente: “La noción de estirpe germinal no puede ser considerada en el sentido estricto de una separación entre soma y germen puesto que en los metazoarios considerados como inferiores abundan las observaciones que se oponen a esta concepción”. Pero resulta que no es la única excepción. También se ve obligado a reconocer que las células sexuales se pueden regenerar a partir de las somáticas, y pone el ejemplo de las babosas (*Arion rufus*). Finalmente Houillon concluye de la siguiente manera: “Si bien la concepción weismaniana no ha sido enteramente confirmada ni en genética ni en embriología, ha proporcionado, sin embargo, unas nociones básicas para el posterior desarrollo de estas disciplinas. El problema de las células germinales sigue siendo todavía uno de los más curiosos y atrayentes de la biología” (260). De tal afirmación se desprende que a pesar de que -cien años después- las tesis de Weismann no sólo no se han demostrado sino que se han derrumbado (en genética y en embriología), sus seguidores van a seguir manteniendo sus “nociones básicas”. Contra viento y marea.

Si de la embriología pasamos a la botánica, la conclusión es idéntica: no existe ninguna diferenciación absoluta entre las células germinales y las demás células corporales porque los meristemos reproductivos se forman a partir de los vegetativos, es decir, que el plasma se forma a partir del cuerpo. Por ejemplo, las flores de *Arabidopsis thaliana* nacen de los mismos primordios que dan lugar a hojas durante la fase vegetativa de crecimiento. Que estos primordios den lugar a una flor en lugar de formar una hoja depende de algunas proteínas, como LFY, que funcionan como un interruptor. La presencia de LFY por encima de cierto nivel inicia el desarrollo floral, mientras que su ausencia impide la formación de flores.

La regeneración que menciona Houillon ha constituido desde hace siglos uno de esos “misterios” tan discutidos en biología. En algunos vegetales y animales, los órganos se pueden reconstruir a pesar de las amputaciones. Si se corta una lombriz en dos mitades, cada una de ellas se convertirá en un nuevo gusano; la parte de la cabeza desarrollará poco a poco su cola y la otra parte creará su propia cabeza. En mayor o menor medida, por sí mismos los organismos vivos tienen una asombrosa capacidad para reparar los daños que detectan, curar heridas, sanar lesiones e incluso regenerar pérdidas. El ejemplo más característico que se suele utilizar es el de la hidra, que con sólo una centésima parte de su cuerpo puede reconstruirlo por completo (261). Esa capacidad es diferente en cada especie, aunque disminuye en los animales superiores, como las aves y los mamíferos. Sin embargo, en éstos algunos órganos, como el hígado, se pueden regenerar casi completamente a partir de un pedazo. La regeneración depende también de la fase de desarrollo y, por consiguiente, del grado de diferenciación de las células, es decir, que disminuye con las células maduras y aumenta en los embriones. Los embriones de los vertebrados poseen “una misteriosa capacidad para reconocer si la estructura está intacta. Si se ha perdido parte de ella por accidente o a causa de manipulaciones experimentales, se reconoce la pérdida y entran en acción procesos reparadores” (262). En los seres vivos que tienen esa capacidad, la regeneración de órganos incluye las células y los órganos reproductivos, es decir, que éstos se pueden regenerar a partir de las demás células y órganos del cuerpo.

En cualquier caso, lo que parece claro es que si bien las células somáticas surgen de las germinales, éstas también pueden proceder de aquellas. En las fases más tempranas no existe diferencia ninguna entre linajes germinales o somáticos y, por consiguiente, ni siquiera se puede hablar de una mutua transformación sino de un género indiferenciado de células embrionarias que pueden devenir tanto de uno como de otro linaje (263). La separación entre ambos linajes puede verificarse antes o después, pero existe siempre. Existen células somáticas que pueden convertirse en germinales incluso en adultos, del mismo modo que hay invertebrados en los que las células somáticas pueden reproducir nuevos individuos. Por decirlo con las palabras de Carlson: “Los transplantes de células

germinales primordiales de *Xenopus* [ranas] a blástulas tempranas han mostrado que las células contenedoras de plasma germinal no están irrevocablemente determinadas a ser células germinales, en tanto tienen la capacidad de diferenciarse en algunos tipos de células provenientes de las tres capas germinales” (264). En cuanto a los vegetales, la conclusión es idéntica:

> De todos los órganos de las plantas se pueden aislar tejidos capaces de regeneración que pueden ser cultivados. Esto se ha seguido hasta el extremo de llegar a regenerar plantas completas con raíces, tallos y hojas de células somáticas individuales [...]
>
> El éxito de cultivo de tejidos y células en los cuales se obtiene una nueva planta completa a partir de una célula somática individual, tiene también un alcance difícilmente subestimable para nuestra comprensión fundamental de diferenciación y desarrollo. Con esto se demuestra que cada célula somática contiene la información genética completa para la formación de todas las funciones que ejerce una planta superior compleja, o sea, que es totipotente (u omnipotente) como lo es el zigoto (265).

Como cualquier otra forma de desarrollo en biología, la conclusión es idéntica: no existen barreras infranqueables entre las células germinales y las somáticas sino que, a partir de un determinado momento, unas células se desarrollan hacia la línea germinal y otras hacia la somática, un proceso que es reversible en determinadas condiciones. Por lo tanto, las células germinales no proceden sólo de otras células germinales sino que pueden proceder también de células somáticas. Tendremos ocasión de volver a plantear esta cuestión al aludir a las hibridaciones vegetativas que se practicaron en la URSS, que fueron objeto de las más mordaces críticas por parte de los mendelistas porque son uno de tantos ejemplos de la falsedad de sus postulados. Como sostuvo Darwin acertadamente, tanto la regeneración como la hibridación vegetativa forman parte del mismo capítulo de la genética y debían estudiarse simultáneamente. Lo que ambos fenómenos demuestran es la validez de la teoría celular en la forma que expusieron Schleiden y Schwann: en esencia no hay más que un tipo de células por lo que el intento de Weismann de establecer una separación metafísica entre células germinales y somáticas ha sido desmentido repetidamente por la investigación científica. Por el mismo motivo, queda evidenciado que también es falsa la teoría de la continuidad de la vida, se acredita la herencia de los caracteres adquiridos y la noción potencialidad celular y biológica adquiere el protagonismo que merece.

Las células se pueden clasificar de muchas maneras pero todas ellas tienen en común que son células y, por consiguiente, que su composición y su funcionamiento son sustancialmente idénticas. De todas las clasificaciones con las que se pueden ordenar las células, una de las más importantes es la que concierne a su grado de desarrollo, según el cual existen células embrionarias y células maduras, teniendo las primeras una capacidad de transformación mucho mayor que las segundas, que ya se han especializado formando parte de órganos y tejidos concretos. Una célula embrionaria se puede transformar en adulta, pero hasta la fecha no parecía que el fenómeno fuera reversible. Las células embrionarias se utilizan actualmente en medicina para regenerar o sustituir a las células maduras destruidas o dañadas en tejidos y órganos porque de ellas se puede obtener cualquier otra célula especializada. Se denominan células madre porque disponen de esa potencialidad de desarrollo diversificado.

A mayor abundancia, el empleo de células embrionarias para la regeneración de tejidos y órganos lesionados ha suscitado el rechazo de los creyentes, quienes han puesto de manifiesto -con acierto- que no es necesaria la destrucción de dichos embriones por cuanto también hay células madre maduras en los órganos especializados del cuerpo con la misma potencialidad creadora que las embrionarias y, por consiguiente, que no es necesario emplear embriones humanos para obtener células madre pluripotentes. Es cierto que determinadas células maduras son capaces de “volver atrás” transformándose en células madre. Ahora bien, son escasas y no proliferan de la misma forma que las embrionarias, es decir, que no tienen la misma potencialidad de desarrollo. Esta línea de investigación es muy reciente, por lo que está lejos de arrojar resultados concluyentes y definitivos.

No obstante, son extraordinariamente ilustrativas y, desde luego, confirman la falta de fundamento de la tesis de la barrera de Weismann. Por lo demás, ponen de manifiesto un segundo componente de un enorme interés teórico: algunas de las técnicas de obtención de células madre se apoyan en la fusión de células con diferente grado de desarrollo, lo que acredita la inexistencia de barreras entre los distintos tipos celulares. En noviembre de 2007 un equipo de científicos japoneses anunció que habían logrado fusionar células adultas (neuronales y cutáneas) con células madre embrionarias de modo que aquellas adquieren las propiedades de éstas. Se han denominado células iPS (células madre pluripotenciales inducidas), constituyendo verdaderos híbridos, es decir, diferentes de las adultas de las que proceden pero con la misma capacidad de desarrollo pluripotencial de las embrionarias.

Aunque a partir de Weismann la biología siguió hablando en los mismos términos que Darwin, el marco conceptual había cambiado radicalmente. Después del vuelco sólo quedaba explicar lo inexplicable: cómo era posible que algo que no cambiaba nunca pudiera determinar algo que es cambiante, es decir, que el mismo plasma (factor o gen) produjera efectos diferentes en el cuerpo a lo largo del tiempo. Por ejemplo, debía explicar que una niña comenzara a ovular a partir de un determinado momento, transformándose en mujer; o que posteriormente esa misma mujer dejara de hacerlo en otro determinado momento, transformándose en una anciana. Sobre la generación, esto es, sobre el origen de los genes ni siquiera cabe preguntar. Empezaba la gran paradoja de la genética: no podía explicar la génesis. En el futuro de la biología Darwin se iba a convertir en la gran coartada; en adelante todo se iba a fraguar en su nombre. No obstante, el neodarwinismo -el de Weismann y el de sus sucesores- es una forma de antidarwinismo.

El espejo del alma

En 1900 a las tesis de Weismann se le suman las del monje checo Mendel, que también escribía en alemán. Es lo que habitualmente se califica como el “redescubrimiento” de unas supuestas “leyes” que Mendel había formulado ya en 1865. Décadas después aquellas leyes se utilizaron como punta de lanza contra Darwin; la genética le ganó el pulso a la biología, de modo que entre 1900 y 1930 el darwinismo desapareció del panorama científico (266). Darwin perdió la batalla, pero no a manos de los creacionistas sino de los mendelistas. Pero, ¿fueron los mendelistas fieles a la obra de Mendel? La respuesta vuelve a ser negativa.

Sus fieles han erigido a Mendel como padre fundador de la genética. Según ellos antes de Mendel la genética no existía porque genética es sinónimo de mendelismo. La palabra *Genetik* en alemán es un neologismo que se añadió a la voz autóctona *Erblehre* un siglo antes de que lo empleara Bateson. Pero para los mendelistas ni Nägeli, ni Prosper Lucas, ni Pierre Trémaux escribieron nunca sus tratados sobre la herencia natural; Darwin ignoró todo lo relativo a la pangénesis; Charles Naudin no existe... La leyenda tejida en torno a este asunto asevera que el monje checo empezó desde cero, que puso la primera piedra donde antes no había nada porque ese el significado exacto de la palabra inventar. Es como el dios creador que engendra el universo en medio del vacío.

Como la obra de Mendel se resume en sólo 40 páginas mecanografiadas, se hace preciso recurrir a otros datos para tratar de reconstruir el posible itinerario de su pensamiento, a elementos contextuales e incluso biográficos. Pero esto se ha prestado a una manipulación aún mayor que su propia obra: un monje aislado en el convento de una remota ciudad perdida en el centro de Europa... Tampoco esto es cierto. Brno no era ninguna aldea sino la capital de Moravia, una próspera ciudad mercantil de 70.000 habitantes con una intensa vida económica, social y científica. Desde comienzos del siglo existía allá una asociación de ovejeros para la promoción de la ganadería y la agricultura. Querían mejorar la calidad de la lana de sus ovejas y se dirigieron al naturalista Christian Carl Andres, el cual, a su vez, les remitió al conde Festetics, que elaboró un informe posteriormente publicado en una revista científica. En aquel informe no sólo aparecen ya las supuestas “leyes de la herencia” sino también el término “genética”.

Desde la Edad Media los conventos europeos eran el centro de conservación y transmisión de la

ciencia y la cultura, que entonces aún no se habían separado totalmente de la religión. En los conventos estaban entonces las biliotecas y a través de ellos la Iglesia romana había atesorado durante siglos los conocimientos de la humanidad, lo cual le servía, al mismo tiempo, para controlar su difusión y, en su caso, ejercer la censura correspondiente. En el siglo XVIII y primera mitad del XIX tanto en Europa central como en Inglaterra existían numerosos párrocos de provincias que eran botánicos aficionados. Su “teología natural” era una forma de honrar al creador estudiando las maravillas que había sembrado en la tierra. Un decreto imperial imponía a los monjes la enseñanza en las escuelas de Brno, donde el convento era un importante centro de experimentación científica. En 1830 el prior Franz Cyril Napp creó en su interior un jardín botánico y un invernadero experimental. Napp estaba entre los que investigaban en la huerta con hibridaciones, participaba en las discusiones científicas sobre genética y presidía las asociación de cultivadores de manzanas creada por el mencionado Christian Carl Andres. Aquella asociación local trataba de mejorar el rendimiento de los árboles frutales mediante polinización artificial y publicaba una revista de genética con los resultados de los ensayos con frutales, tanto en Brno como en Alemania y en Londres. La revista tradujo y publicó los estudios de Thomas Andrew Knight, presidente de la sociedad de horticultura de Londres.

Mendel entró en el convento en 1843 para estudiar, tomando el nombre de Gregorio. Allá coincidió con el monje Frantisek Matthäus Klacel (1808-1882), encargado del huerto y uno de los pensadores checos más importantes de aquella época. Entre otras varias facetas, Klacel era naturalista, un pensador que defendía la filosofía de naturaleza así como de la dialéctica hegeliana. También publicó un extenso libro sobre el origen del socialismo utópico y el comunismo al año siguiente de la revolución que sacudió Europa central en 1848. En fin, el convento estaba en pleno centro de los acontecimientos más importantes de la época, tanto políticos como científicos, que no pudieron dejar de influir poderosamente sobre los monjes que lo habitaban.

Allá se hospedó en 1850 Carl Evangelista Purkinje, uno de los impulsores de la teoría celular. Luego en Viena Mendel estudió teoría celular y métodos experimentales de cultivo entre 1851 y 1853 con el botánico Franz Unger y el famoso físico Christian Doppler (el del efecto Doppler o de desplazamiento hacia el rojo). Unger sostenía la tesis de que en la herencia se transmitían pequeñas partículas materiales de generación en generación, de donde proviene otra de las ideas de Mendel: los factores procedentes de los padres no se mezclan en la descendencia. Un estudio sobre este tema le valió a Mendel obtener su licenciatura. J.K.Nestler le transmitió sus conocimientos sobre herencia y sobre lo que Mendel llamaría “desarrollo” (*Entwiklung*). El alemán Gärtner publicó en 1849 un tratado monumental en el que describía el método de polinización artificial que había ensayado más de 10.000 veces con 700 variedades distintas de plantas, describiendo los cuatro primeros caracteres que Mendel incorporó luego en su estudio. Mendel conocía este estudio porque F. Diebl le había informado de ello en los cursos que impartía en el instituto de filosofía de Brno, a los cuales asistió. Mendel se refirió a ese trabajo en su memoria. Por consiguiente, cuando en 1856 Mendel empezó a experimentar con híbridos por su cuenta, tenía por detrás una larga carrera universitaria, medio siglo de publicaciones sobre genética, una de los mejores bibliotecas de botánica dentro del convento, una infraestructura experimental y el apoyo de su superior Napp, un experto en la materia.

El monje estaba, pues, al corriente de los progresos de la ciencia de su época. La afirmación de Sinnot, Dunn y Dobzhansky según la cual Mendel no era biólogo sino monje (267) es un completo absurdo. La condición sacerdotal de Mendel se presta a equívocos y simplificaciones, sobre todo teniendo en cuenta la oposición católica a la evolución. Por su formación, es verosímil que estuviera influenciado por Aristóteles, cuyo pensamiento biológico se presenta como opuesto al evolucionismo. Por lo tanto, son muchas las circunstancias que inclinan a concluir que Mendel formó parte de aquella campaña antievolucionista. De hecho su obra fue utilizada a partir de 1900 contra Darwin. Pero no estamos hablando de 1900 sino de 1865. Un hecho cierto es que Darwin y Mendel se ignoraron mutuamente. Mendel conoció los escritos de Darwin, pero no le mencionó, como tampoco mencionó la evolución, a pesar de que entonces constituía la cuestión más candente.

Darwin tenía en su biblioteca un ejemplar de la obra de Mendel y, aunque parece que no la leyó porque permenecía sin abrir en su biblioteca, conoció su contenido y realizó los mismos experimentos con guisantes que Mendel. Además, sí leyó a Naudin y Trémaux (aunque a éste no le cita) y tuvo en consideración sus descubrimientos genéticos, que discutió expresamente en la forma que vamos a exponer luego. Mendel habla de unos "caracteres constantes" que parecen opuestos a la teoría de la evolución. No cabe duda que en numerosos aspectos, que reseñaremos, la obra de Mendel contradice a Darwin y hay autores que han destacado la oposición de Mendel a la teoría de la evolución (268). Todo parece indicar, pues, que Mendel era opuesto a la evolución.

El cúmulo de circunstancias es muy equívoco y nadie más que los mendelistas se ha empeñado en que ese equívoco se perpetúe; "el hábito no hace al monje", dice un refrán castellano que aquí ocupa también su lugar preciso. Mendel era hijo de una familia muy humilde y jamás hubiera podido recibir una educación mínima si no hubiera ingresado en el convento. Durante siglos las órdenes religiosas católicas reclutaban niños con grandes dotes intelectuales para reforzar sus organizaciones. Mendel no estuvo en el convento por vocación sino por necesidad, como reconoció en un currículo escrito por él mismo: "El respetuoso abajo firmante [...] se vio obligado a ingresar en una clase social que lo liberó de las amargas preocupaciones del sustento; las circunstancias decidieron su elección de estado". Tenía una amante y por influencia de Klacel era de ideas socialistas, como corresponde a su origen de clase. Por consiguiente, no cabe pensar que tratara de defender el dogma creacionista. Por lo demás, la obra de Aristóteles no sólo no era opuesta a la evolución sino, por el contrario, propicia la consideración dinámica del universo, como lo demuestran los casos de Lamarck y Darwin, en donde la huella del griego es aún bastante clara. Uno de los maestros de Mendel, Franz Unger, fue uno de los precursores del evolucionismo en Alemania. Por influencia de Klacel, entre los antecedentes de Mendel hay que incluir a los filósofos alemanes de la naturaleza, y especialmente a Lorenz Oken, en donde la evolución ya está presente, aunque empleando el término *Entwiklung* y no "evolución", que se introduce posteriormente en la terminología científica alemana. El empleo de la expresión "caracteres constantes" también es congruente con lo que Mendel pretendía exponer, por lo que hay que relacionarlo con el núcleo de su teoría que, a mi modo de ver, se puede resumir de la siguiente manera: la obra de Mendel tiene que ver con la hibridación y no con la evolución. Su concepción no está dirigida contra la evolución porque la hibridación es ajena a ella, responde a un tipo de prácticas botánicas tradicionales.

Las hibridaciones constituían una técnica complementaria con la selección. Formaban parte, pues, de la ideología naciente de los mejoradores de semillas que, como ha quedado expuesto, está en el origen de la genética. No obstante, como en toda ciencia, la práctica siempre fue por delante de modo que, cuando se comenzó a trabar alguna explicación del fenómeno, apareció un dilema. Por un lado, los cruces híbridos eran observados como fenómenos antinaturales, como monstruos y aberraciones estériles: mestizos, bastardos, impuros. La etimología griega y latina de la palabra indica una violación, el empleo de la fuerza en la fecundación. En el siglo XIX el utilitarismo capitalista cambió completamente el significado a la palabra: se hibrida para mejorar una planta y rentabilizar una explotación agrícola. Los híbridos tienen heterosis, esto es, un vigor superior al de sus progenitores. Los primeros ensayos sistemáticos de hibridación aparecen documentados en Inglaterra a mediados del siglo XVIII con el ganado, especialmente caballos de carreras y ovejas. El mencionado Knight también realizó cruces experimentales con plantas y describió la dominancia, uniformidad y segregación de los caracteres morfológicos de la descendencia de los híbridos.

La selección y la hibridación forman parte de la penetración capitalista en la agricultura. En Francia, Delessert mejoró en 1812 la remolacha azucarera introducida en 1786 por Vilmorin. Las pequeñas cantidades de azúcar transportadas desde la India hacia Europa se utilizaban como medicamento. Traída a Europa por los árabes, el cultivo de la caña de azúcar se introdujo por Sicilia, desde donde pasó a las colonias americanas. Cuando el bloqueo contra Napoleón privó a Francia de la caña de azúcar, Delessert se propuso mejorar el porcentaje de azúcar de las raíces de la remolacha, que pasó de un 8 a un 15 por ciento.

Otros hibridadores confirmaron las tesis de Knight mucho antes que Mendel: los británicos John

Goss (1822) y Alexander Seton (1824), que cultivaban guisantes, ya que las leguminosas formaban parte de la alimentación del ganado. Tanto en Goss como en Seton los fenómenos de dominancia y recesividad de los híbridos aparecen claramente expuestos. El francés Augustin Sageret (1760-1851), que cosechaba melones híbridos, también describió en 1826 los caracteres de los híbridos uno por uno, extrayendo conclusiones sobre la independencia de los mismos, su segregación y recombinación. Fue de los primeros en hablar de caracteres "dominantes" para designar la preponderancia de algunos de ellos sobre los demás y expuso la posibilidad de combinarlos: "No se puede admirar bastante la simplicidad de medios por los cuales la naturaleza se ha dotado de la capacidad de variar hasta el infinto sus productos y evitar la monotonía. Un número pequeño de ellos, la unión y segregación de caracteres, combinados de formas diversas, pueden conducir a un número infinito de variedades". Constató de que los híbridos obtenidos no eran intermedios entre los dos progenitores; en cada carácter hay una estrecha semejanza con uno u otro antecesor, llegando a esta conclusión: "La semejanza de un híbrido a sus dos antecesores consiste, en general, no en una fusión íntima de los diversos caracteres, sino en una distribución igual o desigual de caracteres invariantes: digo igual o desigual porque esta distribución está lejos de ser la misma en todos los individuos híbridos del mismo origen, y existe entre ellos una gran diversidad" (269).

Tampoco se puede ocultar que cuando en 1865 Mendel exponía sus ensayos en Brno, aparecía publicada la obra de Pierre Trémaux, donde se mencionan idénticos experimentos de hibridación realizados en París con linajes puros.

Estos precedentes han desaparecido de la historia que narran los manuales neodarwinistas. Como todos los pioneros Mendel tiene que estar envuelto en el misterio, como un personaje adelantado a su tiempo, un precursor que nadie fue capaz de entender en su momento. Su lanzamiento e instrumentalización tuvo una estrecha relación con las querellas que se entablaron entre los tres "redescubridores" por la prelación de sus descubrimientos. El botánico holandés Hugo de Vries se había adelantado publicando un artículo en francés (*Sur la loi de disjonction des hybrides*) en el que resumía sus ensayos de hibridación, coincidentes con los de Mendel, pero en los que no le mencionaba para atribuirse la primicia. Entonces, Carl Correns en Alemania estaba corrigiendo las pruebas de imprenta con sus propios resultados sobre el mismo asunto cuando conoció el artículo de De Vries, añadiendo un "Epílogo tras la corrección", donde indicaba la paternidad de Mendel para dejar en evidencia a De Vries, hasta el punto de poner al monje en el título para que no cupiera ninguna clase de dudas sobre la prelación. Por ello éste reaccionó publicando una segunda versión en alemán de su artículo (*Das Spaltungsgesetz der Bastarde*) en el que ya mencionaba al monje checo como auténtico descubridor. Todo empezó, pues, de una manera muy poco edificante, como un litigio por la propiedad intelectual. La solución salomónica fue "ni para tí ni para mí": el primero fue Mendel. Los demás precedentes no existían para ellos.

Sorprendido en su intento de plagio, en la segunda versión de su artículo De Vries trató de justificarse diciendo que el trabajo de Mendel se mencionaba muy raramente, por lo que sólo pudo conocerlo cuando ya había terminado la mayor parte de sus investigaciones y había redactado el texto (270). Curiosamente los tres "redescubridores" tienen la misma coartada; los tres llegaron a las mismas conclusiones que Mendel sin haberle leído; los tres conocieron su obra justo en el momento en que se disponían a redactar sus respectivos artículos; los tres se apresuraron a enviarlos a la imprenta, realizando incluso resúmenes de ellos para que no se adelantaran los demás... Hay razones más que sobradas para sospechar que los mendelistas fraguaron sus fantasías desde un principio. Por ejemplo, siete años después de su segundo artículo, De Vries vuelve a "olvidarse" de Mendel en su obra *Pflanzenzuchtung* y al año siguiente se negó a firmar una petición dirigida al ayuntamiento de Brno para que levantaran un monumento que recordara al monje. El redescubrimiento de Mendel en 1900 es como el de Cristóbal Colón en 1492: los que estaban allá lo habían descubierto mucho antes. Como ha escrito García Olmedo, "la historia del redescubrimiento de las leyes de Mendel en el año 1900 puede considerarse como una farsa científica moderna" (271). Habrá que averiguar los motivos por los cuales algunos científicos son tan aficionados a sostener ese tipo de farsas...

La torpe justificación con que De Vries disculpó su plagio se convirtió en un mito: la obra Mendel había sido ignorada por sus contemporáneos. Esto es tan falso que, no por casualidad, su "redescubrimiento" sucedió en tres lugares distintos (Holanda, Austria y Alemania) por tres biólogos también distintos: Hugo De Vries, Erich von Tschermack-Seysenegg y Carl Correns. Es muy difícil comprender que si antes había sido tan desconocido, posteriormente fuera reconocido repentinamente de modo simultáneo. Lo cierto es que los experimentos de Mendel no pasaron, en absoluto, desapercibidos en el ámbito científico porque, en contra de lo que también se afirma, la revista en la que se publicó tenía una enorme difusión y era muy reconocida entre los naturalistas de la época. Mendel envió copias a más de 130 sociedades científicas y bibliotecas de varios países, como la Sociedad Linneana, la Librería del Congreso, el Instituto Smithsoniano, la Libraría del Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard, la Academia Real de Ciencias Naturales de Bruselas, la Sociedad de Ciencias Naturales de Estrasburgo, entre otras. El artículo apareció en un catálogo científico de referencia de la *Royal Society* británica, frecuentada por Darwin, el mismo año de su publicación. Fue citado por H.Hoffmann tres años después de publicarse en un artículo sobre botánica. Sus leyes de la herencia se expusieron públicamente en las universidades de Upsala (1872) y San Petersburgo (1874). La Enciclopedia Británica también lo mencionó en su edición de 1880. El botánico suizo Nägeli, descubridor de los cromosomas, mantuvo correspondencia con él pero en su obra sobre genética, no le menciona. Correns era discípulo de Nägeli y se casó con su sobrina, por lo que parece inverosímil que nunca hubiera oído hablar de Mendel. Tschermack era nieto de uno de los examinadores de Mendel por lo que también es inverosímil que no le conociera. En su tesis doctoral sobre híbridos, leída en 1875, el biólogo ruso I.F.Schmalhausen realizó una reseña detallada de sus reglas de segregación. En Estados Unidos también le conocían en 1894: Bailey le cita en su obra *Plant breeding*. En 1881 Wilhelm Olbers Focke le mencionó 17 veces en su obra *Die Pflanzen-Mischlinge: Ein Beitrag zur Biologie der Gewächse*. Se trataba de una verdadera enciclopedia de la hibridación que todos los botánicos tenían en sus librerías, en donde una mención bastaba para ser conocido en ese ámbito. Como muchos otros que ni siquiera le mencionan, Focke considera que los estudios de Mendel sobre los guisantes son irrelevantes en comparación con los de otros investigadores. Los hibridistas de la época no prestaron atención a sus tesis porque no eran generalizables. Sin embargo, sus tres "redescubridores" posteriores, también hibridistas todos ellos, sí le prestaron atención tres décadas después, y eso exige una explicación.

Para realizar en 1900 una valoración de la obra de Mendel que no había existido en 1865 tuvieron que desencadenarse otra serie de circunstancias en paralelo. En botánica las cosas habían cambiado totalmente desde 1865. Los hibridistas leen a Mendel en 1900 con unas gafas que no tenían antes. Son las gafas de Weismann, que habían aportado dos nuevos cristales a la ciencia de la vida. El primero fue la liquidación de la herencia de los caracteres adquiridos, que había dejado huérfana a la biología, necesitada de una concepción nueva en este punto, convirtiendo los escritos de Mendel sobre hibridacion en una teoría general de la herencia. A su vez, para acabar con la herencia de los caracteres adquiridos había que acabar antes con la pangénesis. Precisamente De Vries comenzó en 1876 sus ensayos de hibridación para contrastar la pangénesis de Darwin, sobre la cual escribió en 1888 su obra *Intracellulare pangenesis* (272). El segundo fue la separación que estableció entre el plasma y el cuerpo y, sobre todo, que el plasma, lo mismo que el cuerpo, también tenía un carácter material.

Como apuntan Hubbard y Wald, el monje checo no estaba interesado por el genotipo sino por el fenotipo, y habló de caracteres dominantes y recesivos, no de factores dominantes y recesivos (273). La verdadera aportación de Mendel, pues, residió en la separación de los caracteres entre sí: en un ser vivo unos componentes se podían separar de los otros y, por consiguiente, los unos se podían transmitir independientemente de los otros. A esto De Vries añadió su propia aportación: "Es necesario un cambio completo de los puntos de vista desde los cuales tiene que partir la investigación. Es necesario que pase a segundo término la imagen de la especie frente a su composición a base de factores independientes". No sólo había que introducir el micromerismo sino

que, además, había que concebir a los organismos vivos como conglomerados de caracteres independientes. El botánico holandés introducía así un nuevo punto de vista discontinuo que rompía con la vieja teoría de los fluidos y, subsiguientemente, con la noción de plasma de Weismann. Esa nueva concepción coincidía con el auge de la teoría celular, también discontinua, reforzada por los éxitos del atomismo en la física. Los sólidos parecen más propicios que los líquidos para una explicación mecanicista y una explicación de esta naturaleza tiene más visos científicos para los positivistas: ofrecen la imagen intuitiva de discontinuidad, mientras los líquidos parecen expresar mejor la continuidad, ya que se puede lograr su uniformidad fácilmente por medio de la mezcla; en definitiva, son más propicios para las odiadas divagaciones de tipo filosófico. La concepción continua, el plasma germinal de Weismann, quedó atrás definitivamente. De Vries partió de una segregación (de caracteres) y eso le condujo a deducir otra segregación (de factores), vinculados en forma de un determinismo estricto: cada factor condiciona un único carácter. Partiendo de caracteres contrastables y discontinuos, sólo eran imaginables factores igualmente discontinuos, porque eran ellos los que los determinaban. La causa debía ser parecida al efecto. Por tanto, se llegó a una conclusión por la elección de un determinado punto de partida. Este punto de partida era opuesto al de Darwin: donde la pangénesis concebía a las células interrelacionadas, De Vries partió de la independencia de esos factores, así como su capacidad para combinarse. Además, como ya ha quedado expuesto, la pangénesis invierte la relación entre el factor y el carácter, siendo éste el determinante de aquel, y no al revés. Por supuesto, también es opuesta a la de Lamarck, de manera que cuando los mendelistas se lanzaron a liquidar a Lamarck, de quien pretendían deshacerse en realidad era de ambos.

A diferencia de Weismann y De Vries, los "factores constantes" de los que hablaba Mendel eran abstracciones, elementos puramente formales e independientes de los caracteres concretos que determinaban, una reminiscencia de la concepción hilemorfista de la materia y la forma expuesta con otras palabras que velaban su origen metafísico. Los "factores" eran diferentes de los caracteres que determinaban del mismo modo que la forma es distinta de la materia. Mendel no dio un nombre en particular a esos "factores" pero por la misma época abundaban los neologismos para hablar de ello: idioplasma, plastídulas, bioforas, gémulas, pangenes, etc. La expresión que Mendel utiliza es *bildungsfähigen Elemente*, que literalmente significa "elementos constructores de la forma" o elementos formadores, cuyo origen está en Goethe y que hoy algún manual universitario copia al afirmar que la función del ADN consiste en "transformar la información en forma" (274). Cualquiera que sea su denominación, a mediados del siglo XIX los factores eran entes especiales e inmateriales de los que la materia era expresión, el "semen lógico" de los estoicos que con distintas variantes expone el comienzo del Evangelio de Juan: al principio fue el verbo que luego se hizo carne. Hoy los mendelistas repiten eso mismo en un rebuscado lenguaje criptográfico, convirtiendo el verbo divino en un código o en información génica. Con otros nombres, la escisión metafísica entre genotipo y fenotipo (plasma-cuerpo en Weismann, factor-carácter en Mendel) tiene, pues, un origen muy antiguo. Una noción subyacente a esas concepciones, además de su separación, es que el genotipo es el motor y la causa de todo lo demás. El alma utiliza al cuerpo para manifestarse, decía Aristóteles, y el genotipo hace lo mismo con el fenotipo, lo cual se expresa en el viejo refrán popular de que "la cara es el espejo del alma". Ahora bien, el cuerpo es mortal pero el alma es inmortal; la copia (el cuerpo) nunca puede ser tan perfecto como el original (el alma).

En cualquier caso, tanto la pangénesis, como el plasma de Weismann o los factores de Mendel estaban envueltos en la más absoluta oscuridad. Eran lo que Darwin había calificado como "tinta invisible" (275), algo que no era posible descifrar. Expuesto de una forma mística, como hasta la fecha, hubiera sido inconcebible que esa clase de concepciones prosperaran en el ambiente positivista de mediados del siglo XIX. La ciencia repudia las abstracciones que se escapan a su intervención. Los biólogos no podían admitir que "formas", "entes de razón" y abstracciones filosóficas semejantes pudieran influir sobre un cuerpo material. De ahí la importancia de Weismann al defender la materialidad del plasma germinal, que luego se trasladó a aquellos nebulosos "factores" de los que hablaba Mendel. Los "factores constantes" de Mendel son el

plasma de Weismann que se concretaban y encarnaban en diferentes partículas materiales, susceptibles de ser sometidas a experimentación, es decir, cuyo funcionamiento se podía verificar y reproducir por medio de la hibridación. Sin embargo, a pesar de su materialidad nadie proporcionaba ninguna pista acerca de aquellos “factores constantes”. Con el tiempo las mismas nociones fueron mutando, a veces sólo de nombre. Se empezó a hablar cautelosamente de la “hipótesis del gen” hasta que acudieron en su apoyo tres descubrimientos capitales de la primera mitad del siglo XX, convenientemente interpretados para que la hipótesis del gen pasara a convertirse en la teoría del gen: en 1903 la teoría cromosómica, en 1925 los efectos mutágenos de las radiaciones y en 1953 la estructura de doble hélice.

Los conceptos iban tomando forma de una forma paradójica, como suele suceder. La pangénesis de Darwin se iba a transformar en su contrario pero manteniendo las mismas expresiones o similares. La voz gen deriva de pangénesis, e incluso la propia genética nació entre los biólogos alemanes de la escuela de la filosofía de la naturaleza de comienzos del siglo XIX con un significado científico diferente, dialéctico, que es el que había que eliminar: genética significaba tanto creación como desarrollo o transformación (276). En el siglo XIX Darwin es el último en emplear dialécticamente ese concepto de generación y transformación. A partir de 1900 gen y genética parecen tener que ver con Darwin cuando son su misma negación.

No hubo “redescubrimiento” porque las leyes de Mendel eran conocidas con anterioridad a él. Si sus contemporáneos no apreciaron sus conclusiones no fue por su originalidad sino precisamente por su falta de originalidad. Hacia mediados del siglo XVIII el alemán Joseph Kölreuter ya describió que los híbridos de la primera generación aparecen mezclados y uniformes y que, al cruzar de nuevo estos híbridos, en la segunda generación aparecían numerosas variaciones, algunas de las cuales se aproximaban a los porcentajes de los que luego habló Mendel. La obra de Kölreuter fue rescatada hacia 1830 por otro hibridador alemán, Carl von Gärtner. Existieron muchos otros precedentes en varios países europeos, aunque quien más se acercó a las tesis de Mendel fue el francés Charles Naudin (1815-1899). En una de sus cartas a Nägeli, Mendel le confiesa haber leído la obra de Naudin, cuya conclusión era que los híbridos de la primera generación presentan un aspecto uniforme intermedio respecto al de los progenitores, es decir, se anticipa a una de las leyes de Mendel. A partir de la segunda generación consideraba que aparecía una variedad abigarrada de formas que se aproximaba más o menos a alguno de los progenitores. Para explicarlo introdujo el concepto de “segregación”, es decir, la coexistencia en la descendencia híbrida de factores (“esencias” las llamaba) no mezclados. Es otra de las leyes de Mendel. Antes se creía que las células sexuales no contenían más que un único factor pero, según Naudin, el híbrido era un mosaico de componentes discretos que se combinan de manera aleatoria. Los descubrimientos de Naudin le valieron en 1862 el premio de ciencias físicas (277).

La diferencia entre Mendel y Naudin no son las leyes, que el francés fija con cierta precisión, sino que mientras Naudin se interesa por la especie con la que está experimentando, por la totalidad de sus caracteres, a Mendel sólo le interesan algunos de ellos. Como consecuencia, mientras Naudin cruza especies distintas, Mendel cruza a una especie consigo misma. La conclusión que se extrae del monocultivo de guisantes es que Mendel no relaciona a las especies entre sí sino a una especie consigo misma. Los guisantes de Mendel no eran el objeto sino el instrumento de estudio. Para un botánico que únicamente trabajó con guisantes es muy significativo que nadie se interesara nunca por lo que Mendel dijo de ellos. A Mendel no le interesa la estabilidad de los guisantes con los que experimenta, que está asegurada de antemano, sino la de sus rasgos característicos. De ahí que utilice la expresión “factores constantes”: no le importaba la especie en sí sino determinados rasgos de la misma y la manera en que se podía lograr (o impedir) la transmisión hereditaria de los mismos, una vez obtenidos. Según C.U.M.Smith, Mendel dio un vuelco al enfoque que sobre la hibridación había prevalecido hasta entonces: “Era necesaria una orientación radicalmente diferente para descifrar la clave hereditaria. En lugar de estudiar la variación ‘per se’, en lugar de ponderar el cambio progresivo de una especie animal o vegetal conforme al tiempo geológico, era necesario concentrarse sobre la estabilidad en medio de la variabilidad, sobre la continua reaparición de un

rasgo invariable. Y esto desde luego es precisamente lo que hizo Gregor Mendel durante sus ocho años de labor experimental de crianza” (278).

Voy a exponer esto mismo desde otro punto de vista: en lo que a los caracteres respecta, a diferencia de Lamarck, que estudia los componentes fundamentales de los organismos (vértebras, corazón, ojos, etc), Mendel se refiere siempre a los rasgos secundarios y diferenciales (color, tamaño, forma, etc.). Se ocupaba de aspectos tales como el color de las alas de una mariposa, mientras que a Lamarck lo que le interesaba es que las mariposas tuvieran alas. Sólo una vez que se toman en consideración los componentes constitutivos de una especie, aquellos que son iguales en todos y cada uno de sus individuos, se puede pasar al estudio de aquello que diferencia a unos otros, a la variabilidad, que es el núcleo de la obra de Mendel. Si el monje hubiera fijado su atención sobre los elementos constituyentes de las especies, no hubiera podido proceder siquiera a la hibridación: no se puede hibridar una especie con pulmones con otra con branquias.

No es ninguna casualidad que todos los hibridadores del siglo XIX trabajaran con un número enorme de variedades mientras Mendel sólo experimentó con una. El monje checo no fue el primero en usar guisantes para experimentar pero sí fue el único que limitó sus experimentos a los guisantes. Por el contrario, Kölreuter ensayó 500 tipos distintos de hibridaciones con 138 especies también distintas y Focke experimentó con unos cien tipos diferentes de plantas. Luego el mendelismo ha convertido en ley general unos ensayos restringidos sobre los que Mendel nunca pretendió establecer leyes que comprendieran a todas las especies vivas. No todos los vegetales reunen las características del guisante, cuya planta se puede autofecundar. Además, también hay muchas variedades distintas de guisantes. Por eso las excepciones a sus leyes superan, con mucho, los casos que las confirman y, para evitar su derrumbe, los mendelistas han ido colocando un remiendo detrás de otro. El propio Mendel pudo comprobarlo. Nägeli le sugirió que estudiara otras plantas para ver si confirmaban los resultados obtenidos con los guisantes. Mendel dedicó cinco años a la tarea pero los intentos con otro tipo de plantas no coincidieron con los de los guisantes, comprobando así que sus resultados eran de aplicación limitada. Correns criticó a De Vries por haber supuesto la existencia de unas leyes de la herencia, que él prefirió calificar como reglas para destacar ese valor limitado (279). De 1900 hasta 1927 Correns se dedicó a experimentar para probar precisamente el carácter limitado de las reglas de Mendel. Fue el primero en clasificar los fenómenos hereditarios en mendelianos y no mendelianos. Actualmente los propios mendelistas empiezan a reconocer que “la inmensa mayoría” de las variaciones no se heredan en forma mendeliana (280).

Pero la concepción opuesta a la de Mendel, que es la que Naudin mantenía, tampoco era cierta. Mientras Naudin consideró que los híbridos eran inestables y que no existía un orden en la herencia, Mendel afirmó todo lo contrario. Pero Mendel no era mendelista; lo mismo que Lamarck y Darwin, él tampoco es responsable de lo que 35 años después sus “redescubridores” quisieran leer en sus escritos. La propia leyenda fabricada en torno a los guisantes poco tiene que ver con el original. Los experimentos de Mendel, como él mismo dijo en el título de su conferencia, se referían a la hibridación de una planta concreta. Como los botánicos del siglo XIX, Mendel se centró en la variabilidad, no en la evolución. No habló nunca de la existencia de unas supuestas leyes de la herencia de validez universal (281). Lo que Mendel dijo exactamente de su concepción fue lo siguiente: “Todavía no se ha podido llegar a deducir, por la formación y el desarrollo de los híbridos, una ley extensible a todos los casos sin excepción; eso no podría dejar de extrañar a cualquiera que conozca la extensión del problema y sepa apreciar las dificultades que uno tiene que superar en ensayos de esta naturaleza. Una solución definitiva sólo podrá intervenir como consecuencia de experiencias detalladas hechas en las más variadas familias vegetales. Si se echa un vistazo de conjunto a los trabajos acometidos en este terreno, se llegará a la conclusión de que, entre numerosos intentos, no hay ninguno que se haya ejecutado con suficiente amplitud y método para permitir fijar el número de las diferentes formas en las cuales aparecen los descendientes de los híbridos, clasificar esas formas con seguridad en cada generación y establecer las relaciones numéricas que hay entre esas formas. En efecto, es necesario tener un cierto coraje para emprender un trabajo tan considerable. Sin embargo, sólo él parece poder conducir finalmente a resolver una

cuestión cuya importancia no hay que ignorar para la historia de la evolución de los seres organizados” (282).

A causa del sesgo manifiesto en la elección de los guisantes, hoy ninguna revista científica publicaría las conclusiones del experimento de Mendel. Como él mismo indica, una solución definitiva no podía derivar sólo de los experimentos con guisantes sino que era necesario comprobarlo “en las más variadas familias vegetales”, lo cual está mucho más allá del alcance de su obra. Lo mismo que la clasificación de las especies, la evolución se ha se construido habitualmente sobre la zoología. Es difícil encontrar un significado botánico al uso y desuso de Lamarck o a la lucha por la existencia de Darwin. Los zoólogos consideran a los vegetales como alimento de los animales y, en consecuencia, la vegetación no es el sujeto sino el medio. Pero ese tampoco es el aspecto fundamental de la cuestión: lo que se trata de determinar es si por medio de la hibridación se podía llegar a explicar la evolución.

Aunque la hibridación es una práctica agrícola y ganadera tradicional con más de 6.000 años de antigüedad, desde finales del siglo XVIII se convirtió en uno de los recursos más corrientes para explicar la biodiversidad, una práctica tradicional que consumió muchas horas de experimentación, las primeras de una ciencia basada en la observación pura. En la primera mitad del siglo XIX a los agrónomos se les llamaba precisamente “hibridadores”. Su interés era económico: estaba naciendo la agricultura capitalista para alimentar con nuevas variedades de ganado y plantas más baratas a una clase obrera creciente que poblaba las ciudades procedente del campo. Aquellos ensayos de hibridación plantearon los primeros interrogantes concretos y prácticos de la genética. Fue una manera experimental de poner a prueba la clasificación de los seres vivos que Linneo había establecido. ¿Es posible la hibridación entre distintas especies? ¿Hasta qué punto el hombre era capaz de crear o de modificar lo ya creado? Demuestran que la genética tenía ya un importante recorrido -práctico y teórico- en la primera mitad del siglo XIX y, por lo tanto, que esa ciencia ni nace con Mendel ni con su manoseado “redescubrimiento” de 1900.

Los mendelistas han reducido las hibridaciones del siglo XIX a meras fecundaciones, es decir, a hibridaciones sexuales, silenciando el largo repertorio de hibridaciones vegetativas que se ensayaron. Pero en “El origen de las especies” Darwin trata de las hibridaciones sexuales y en “Variación de los animales y las plantas bajo domesticación” trata de las hibridaciones vegetativas. Él mismo en persona realizó experimentos prácticos de hibridación, algunos de ellos con guisantes precisamente, y dedicó muchas páginas a discutir esta cuestión, en las que -insisto- coincide exactamente con las aborrecidas tesis de Michurin y Lysenko. Le sirvieron para refrendar su teoría de la pangénesis y la heredabilidad de los caracteres adquiridos.

La hibridación que practica Mendel no es cualquier clase de hibridación sino una hibridación de tipo sexual precisamente. A partir de 1900 este tipo de ensayos conduce a otra de las tergiversaciones más comunes de los mendelistas: la de que toda hibridación tiene un origen sexual, no existen los híbridos vegetativos de Darwin y, por tanto, a sostener a toda costa la separación del plasma y el cuerpo, suplantar la biología por la genética y, en definitiva, al pansexualismo, a deducir conclusiones meramente reproductivas, es decir, cuantitativas. La evolución es un problema multiplicativo: prospera quien reproduce un mayor número de ejemplares, todos esos ejempares son idénticos (teoría de la copia perfecta), toda diversidad tiene un origen sexual y, finalmente, la dotación hereditaria es ajena a cualquier condicionamiento exógeno, somático o ambiental. Mendel ignoró completamente el medio en el que crecían sus guisantes, pero ningún ganadero piensa que el rendimiento de una vaca lechera depende exclusivamente de sus ancestros y no de una buena alimentación.

No obstante, para comprender la obra de Mendel desde la perspectiva actual, evolucionista, la pregunta clave es, sin duda, si se puede desarrollar una teoría de la evolución exclusivamente sobre la hibridación y, especialmente, sobre la hibridación sexual. Aún situándose en un horizonte más amplio que Mendel, la propia obra de Darwin demostró, hace siglo y medio, que la respuesta es negativa. El error de los mendelistas consiste en creer lo contrario. La fecundación sexual es una

consecuencia de la evolución, no su causa. Sólo existe en los seres más evolucionados, si bien no cabe duda que, una vez aparecida, se convierte, a su vez, en un motor acelerado de esa misma evolución.

Con el mismo experimento, Mendel y Darwin se sitúan en contextos científicos diferentes. Utilizando el ejemplo anterior cabe afirmar que el color de las alas de una mariposa puede tener interés a determinados efectos, aunque limitados, pero en ningún caso para explicar la evolución. El objetivo de Mendel era explicar la diversidad y no la continuidad. Como ha quedado expuesto más arriba, los caracteres que son iguales, es decir, los más importantes, aquellos relacionados con la clasificación de los seres vivos, carecen de explicación mendelista. La hibridación trataba de contestar a la pregunta acerca de si la clasificación de las especies establecía fronteras absolutas entre ellas, imposibles de sortear: ¿Es posible la hibridación entre distintas especies? La pregunta cuestionaba la fecundidad de los híbridos, es decir, su capacidad para engendrar descendencia. La palabra más utilizada por Darwin al hablar del asunto en “El origen de las especies” es esterilidad que, naturalmente, conduce a la extinción, no a la evolución. Por eso, comentando la obra de Trémaux, Marx escribió que, contrariamente a una opinión generalizada, no son los híbridos los que crean las diferencias, sino al revés, demuestran la unidad de tipo de las especies: “Lo que Darwin presenta como las dificultades de la hibridación son aquí [en Trémaux], al contrario, pilares del sistema, puesto que [Trémaux] demuestra que una ‘espèce’ solo está constituida cuando el ‘croisement’ con otras deja de ser fecundo o posible” (283). La hibridación, pues, no puede explicar la evolución, y ese fue uno de los errores básicos de los mendelistas, que quisieron hacer pasar los resultados de unos experimentos de hibridación con guisantes como leyes generales aplicables a todas las especies vivas en cualquier época histórica, por remota que pudiera ser.

La oposición entre Mendel y Darwin es clara en la continuidad o discontinuidad de los caracteres. Mientras Darwin desarrolla una teoría basada en la continuidad, descartando los saltos y la discontinuidad, las leyes de Mendel eran discretas, requieren rasgos morfológicos contrastables. Como consecuencia de ello, la hipótesis del gen se va a construir sobre la base de que dicho componente explica no exactamente los caracteres sino la variación de los caracteres: si todos los hombres fueran rubios, nadie hubiera sospechado jamás que existiera un gen determinante del color del pelo. Por lo tanto, no hay tantos genes como caracteres sino tantos genes como caracteres diversos. Pero hay variaciones casi imperceptibles, por lo que el número de genes será el mismo que el de los cambios que seamos capaces de observar, es decir, no dependerá sólo de nuestra perspicacia sino de la potencia del microscopio con el que trabajemos. Por otro lado, Mendel sólo tomó en consideración unos pocos y secundarios rasgos de la planta, ignorando otras diferencias porque no eran suficientemente contrastables. Sus ensayos eran impracticables con tipos intermedios que, como el tamaño de las hojas y de las flores, presentan un amplio rango de variaciones. Los guisantes debían ser amarillos o verdes y no valían las tonalidades intermedias.

El éxito de las leyes de Mendel en 1900 hay que ponerlo en relación con las leyes que sobre la herencia estaban vigentes antes de 1900. Hasta esa fecha las concepciones dominantes acerca de la herencia defendían la mezcla, interpretada de manera que no sólo no explicaba la biodiversidad sino que pronosticaban la mediocridad, es decir, la tendencia de las especies a la uniformidad y, en el hombre, la tendencia sociológica hacia la denominada “clase media”. La cantidad se opone a la calidad. Para impedir la regresión a la mediocridad, la burguesía implementó toda esa batería de políticas aberrantes de tipo aristocrático en los países capitalistas más “avanzados”. Como los miserables se reproducen más que los burgueses, no solamente había que impedir la hibridación interclasista sino que había que esterilizarlos.

Con Mendel el asunto se podía presentar de otra forma. Sus leyes demostraban que la hibridación no sepultaba los caracteres “puros” más que aparentemente porque en la segunda generación reaparecían. Era una explicación convincente de algo que venía preocupando a los biólogos: la estabilidad de los híbridos, a veces calificado como el problema de la “constancia de las razas”, que contrastaba con su opuesto, el de la regresividad o reaparición en la progenie de rasgos provenientes de los ancestros al cabo de algunas generaciones. A mediados del siglo XIX las controversias sobre

hibridación planteaban si los híbridos constituían nuevas especies o, por el contrario, eran un retorno a una variedad preexistente, esto es, supuestos de involución y atavismo, el retorno de caracteres pasados en las nuevas generaciones. La regresión de los caracteres ya era conocida desde comienzos del siglo XIX, pero se había interpretado erróneamente, en el sentido de que la regresión demostraba una tendencia hacia las especies originales, que serían inmutables, cuando en realidad es una forma de segregación, como probaron Naudin y Mendel, es decir, de conservación y, por consiguiente, de continuidad de la herencia. Había algo en la forma-factor-gen que no se manifestaba, que quedaba latente, escondido en medio de la impureza. Las leyes de Mendel proporcionaban un método para sacarlo a la luz, que fue el utilizado por los eugenistas y racistas para extraer la pureza en medio de la mezcla degenerativa. Esto era algo tan conocido en la segunda mitad del siglo XIX que Darwin hace un uso intensivo de esta concepción, citando siempre a Naudin y nunca a Mendel ni a Trémaux. "Un híbrido es un mosaico viviente", dice Darwin parafraseando a Naudin. También habla de "prepotencia" para aludir al carácter dominante, así como de "caracteres latentes" para aludir a los recesivos, sobre los que escribe: "En toda criatura viva podemos asegurar que subyace una multitud de caracteres perdidos, lista para desplegarse bajo condiciones adecuadas" (284). En una carta a Wallace fechada en 1866, el mismo año de la publicación del trabajo de Mendel, Darwin le dice: "No creo que comprenda lo que quiero decir cuando afirmo que ciertas variedades no se mezclan. Esto no se refiere a la fertilidad. Un ejemplo explicará el punto. He cruzado guisantes *Painted Lady* con *Purple*, variedades de colores muy diferentes, y he obtenido, incluso en la misma baya, ambas variedades perfectamente separadas y no un estado intermedio. Pienso que debe ocurrir algo parecido, por lo menos, con sus mariposas y las formas arbóreas de *Lythrum*. Si bien estos casos son, en apariencia, tan maravillosos, no sé si son, en realidad, más maravillosos que el hecho de que todas las hembras del mundo produzcan machos y hembras bien distintos como descendencia". Parece obvio, y no es ninguna casualidad, que también Darwin realizó experimentos con guisantes con dos objetivos:

a) para refutar la hipótesis de la herencia mezclada que, al diluir las variedades y uniformizar gradualmente a los individuos, socavaba la selección natural

b) para explicar la regresión en los caracteres; siguiendo a Naudin Darwin considera que mientras la primera generación de híbridos es uniforme, la segunda experimenta una regresión, reapareciendo caracteres ancestrales que habían permanecido ocultos hasta entonces.

Aunque no fue ni el primero ni el único que la defendió, la teoría de la dominancia y la recesividad es el verdadero núcleo de la obra de Mendel que, a partir de 1900, alcanzó gran difusión porque permitió otro vuelco a la concepción misma de la selección natural de Darwin, cuyo objeto ya no serán los cuerpos, las especies vivas, sino los genes. Así, reconoce Jacob, se empieza a sostener que la selección natural ya no opera sobre el cuerpo sino sólo sobre las células germinales, con lo cual "la concepción de la herencia sufre así una transformación total" (285). Es el denominado polimorfismo genético, es decir, la concepción de que un mismo carácter puede estar determinado por varios genes diferentes, de los cuales sólo opera uno, quedando los demás latentes o inactivos. Si la selección natural de Darwin requería de biodiversidad, la selección natural de los neodarwinistas requerirá de polimorfismo, de genes variables. En contra de lo que Darwin había repetido con insistencia, la selección natural, se convierte en el único mecanismo de la evolución.

Como reconoció Bateson, uno de sus primeros fieles, los escritos de Mendel no son una descripción literal de sus investigaciones sino una "reconstrucción" de las mismas, que relató de manera diferente a la forma en que las había llevado a cabo. Los números no cuadran en ningún caso. Así, por ejemplo, dice que utilizó 22 plantas en total, pero dado que estudió siete caracteres en plantas que sólo diferían en uno de ellos, sólo hubiera necesitado siete parejas, es decir, 14 en total. Sus experimentos son absurdos e imposibles, concluye Di Trocchio: "Mendel no llevó a cabo experimentos en el jardín del convento sino en su celda con papel y pluma" (286).

Otra demoledora crítica contra Mendel la lanzó en 1936 Fisher desde el punto de vista estadístico (287). Mendel concentró su atención en siete caracteres dominantes de los guisantes que, además,

presentó como mutuamente independientes. Pero hoy sabemos que eso sólo es posible si cada factor que lo produce (gen) se encuentra en un cromosoma diferente. De todos los caracteres posibles Mendel seleccionó los que él creía que cumplían sus previsiones, es decir, aquellos situados en cromosomas distintos. Sin embargo, el guisante tiene un total de siete cromosomas y la probabilidad de que siete caracteres tomados al azar pertenezcan cada uno de ellos a un cromosoma distinto es de un 0'6 por ciento, es decir, sólo seis de cada mil. Lo más normal es que uno o varios formen parte del mismo cromosoma, por lo que se heredan de forma conjunta y, por tanto, la proporción prevista por Mendel no podía funcionar en la mayor parte de las ocasiones. De hecho, los genetistas usan la proporción en que dos caracteres distintos se heredan de forma conjunta para calcular la distancia a la que se localizan estos dos genes en un mismo cromosoma. De los siete caracteres que Mendel estudió, y que presentó como independientes, sólo dos eran realmente independientes. El resto no podía cumplir sus leyes. La conclusión fue que las había elaborado no como conclusión de sus experimentos, sino calculando numéricamente cuál sería el resultado si todos los caracteres se transmitieran de manera independiente.

Por su parte, para disculpar a Mendel, Mayr elabora toda una compleja explicación que comienza dejando claro que Mendel nunca cometió un fraude deliberado. A partir de aquí el discurso de Mayr está repleto de suposiciones: "Es posible que hubiera apartado algunos resultados de cruce particularmente desviantes, pensando que habían sido producidos por algún polen extraño. Es posible igualmente igualmente que haya perseguido tal o cual cruce hasta que las cifras se aproximaran a las proporciones esperadas, no observando que eso introducía un error. Sin embargo, es más verosímil que este error fuera introducido por el hecho de que, durante la maduración, el polen se produce en forma de tétradas. Esta última circunstancia, sobre todo en el caso de autofecundación y de cantidades restringidas de polen, puede conducir a resultados 'demasiado buenos'. Por otra parte, si la germinación de las plantas cultivadas por Mendel no se producía más que ocho o nueve veces de cada diez, como es corriente en este tipo de experiencias, eso invalida los cálculos chi-dos de Fisher, y pone los resultados de Mendel al mismo nivel que los obtenidos por los demás hibridadores. Aparentemente, pues, nada se puede reprochar a las cifras adelantadas por Mendel; siempre dio muestras de un cuidado casi maniaco, registrando los datos con un máximo de precisión, incluso en sus trabajos de meteorología" (288). En efecto, tiene razón Mayr cuando dice que Mendel era extremadamente cuidadoso al recoger los datos. Son los mendelistas los que no han entendido ni a Mendel ni al método científico que empleó. Mendel se limitó a exponer en forma de experiencia práctica lo que no era más que un modelo teórico, abstracto redactado "con papel y pluma". El fraude lo cometieron sus seguidores: las leyes de Mendel son un fraude en el sentido que le dieron sus secuaces a partir de 1900. Los datos de Mendel son como el cuello de la jirafa de Lamarck: no demuestran la teoría pero la ilustran muy gráficamente. La diferencia es que, desde Lamarck, había transcurrido medio siglo. Mendel vivió una época dominada por el positivismo en la que no interesaban las teorías sino los datos y por eso los mendelistas lo que valoran en el monje moravo es justamente el equívoco de los datos. Por eso tiene también razón Michael Ruse cuando sostiene que "Mendel había ya descubierto las leyes antes de realizar la mayor parte de los experimentos con el guisante" (289).

Si las cifras son incongruentes resulta absurdo que los mendelistas destaquen en su obra precisamente sus resultados cuantitativos, es decir, su aspecto menos interesante. Tampoco cabe apreciar el carácter experimental de sus hibridaciones, un tópico de moda en la botánica del siglo XIX. Sus referencias al cultivo de guisantes no eran más que la ilustración del mensaje que Mendel pretendía transmitir, de su concepción de la variabilidad vegetal. Hasta entonces había habido muchos hibridadores que habían destacado un sinfín de observaciones empíricas y de metodologías de cultivo. Por eso nadie prestó atención a Mendel hasta 1900, porque parecía otra experiencia más, esta vez de alcance mucho más reducido. Sobraban los ensayos sin teoría previa, sin hipótesis de trabajo. Mendel tenía un teoría en una disciplina en la que nadie se había preocupado por alcanzar ninguna. Según Mae Wan Ho, Mendel "procedió deductivamente desde principios generales a lo específico, con una teoría matemática ya en mente que buscaba confirmar mediante la

experimentación”. Existían muchos caracteres que no encajaban en el complejo modelo de la herencia mendeliana: “Pero Mendel se concentró solamente en los que sí lo hacían. Por lo tanto, la teoría resultante solo puede ofrecer, en el mejor de los casos, una descripción muy parcial e idealizada de la herencia [...] Mendel eliminó las desprolijas complejidades de los organismos vivos para experimentación y optó por entidades ideales y eternas que se comportan de un modo simple y lógico” (290). Eso es lo que le vuelve contradictorio: él sí tenía una teoría capaz de resultar contrastada. Hasta entonces los hibridadores no esperaban nada de sus cultivos. El caso de Mendel es totalmente distinto; concibió un modo de transmisión hereditaria de los caracteres y lo contrastó en una serie de ensayos, confesando que reinició sus pruebas cuando comprobó que los resultados no eran los esperados. En una carta a Nägeli de 8 de abril de 1867 Mendel le dice: “La realización de una gran cantidad de fecundaciones entre 1863 y 1864 me convenció de que no era fácil encontrar plantas apropiadas para una amplia serie experimental y de que en caso favorable podrían transcurrir años sin obtener la conclusión deseada”. Por eso sólo experimentó con guisantes, la “planta apropiada” y con determinados caracteres, también apropiados para ilustrar de una manera concreta lo que se proponía.

Bateson advirtió que en sus experimentos Mendel no utilizó líneas puras para los siete rasgos estudiados, de manera que coexistían rasgos múltiples en la misma planta. Era necesario empezar por obtener ejemplares genéticamente puros, si es que eso es factible en condiciones silvestres. Para obtener lo “impuro” primero hay que disponer de lo “puro”, de manera que la reproducción asexual preserva el patrimonio hereditario (permite la continuidad de la “pureza”) en tanto la sexual propicia la hibridación (permite la “impureza”). Al mismo tiempo, a fin de que la experimentación se pueda repetir, es necesario definir un tipo igual de cobaya, como propuso Morgan con sus moscas, lo cual tampoco es fácil porque los organismos nunca coinciden genéticamente de manera exacta. Por eso cuando aluden al desciframiento del genoma humano, no dicen el de quién exactamente. Para obtener ejemplares parecidos se crían artificialmente en invernaderos o laboratorios, en condiciones muy diferentes de las que existen en la naturaleza. No obstante, se pretende que esas condiciones de laboratorio reproducen con cierta fidelidad los fenómenos de la naturaleza. Así, en ocasiones se pretende extrapolar el cultivo de enfermedades en un ratón de laboratorio con las que se observan espontáneamente en el hombre. Ni los guisantes, ni las moscas, ni los perros, ni las bacterias, ni los ratones, silvestres o de diseño, sirven para establecer leyes generales sobre la evolución de todos los seres vivos. Por ejemplo, desde mediados del siglo pasado se incorporó al elenco de instrumentos de investigación en biología molecular de laboratorio la bacteria *Escherichia coli* que parasita el intestino de los seres humanos. Pero esta bacteria ni siquiera es representativa del mundo unicelular, tanto del parasitario como del que tiene vida independiente. Existen bacterias que no se pueden cultivar en ningún laboratorio, dadas las condiciones extremas de presión o temperatura en las que viven. Incluso las bacterias que sí se pueden cultivar no son representativas de los tipos de bacterias prevalecientes en la naturaleza (291).

A diferencia del mendelismo, la corriente dominante en la genética soviética se fundamentó en postulados mucho más amplios, que fueron los establecidos por el botánico ruso K.A.Timiriazev (1843-1920). Éste diferenciaba entre una reproducción simple, que es la repetición del desarrollo de los ancestros, característico de las plantas que se multiplican de manera asexual, junto a la reproducción que denominaba doble o compleja, es decir, la multiplicación sexual, normalmente asociada a los dos organismos progenitores. A su vez, en esta última diferenciaba tres supuestos:

a) mixta, en la que se incluyen las quimeras, un tipo de herencia en el que los caracteres de uno de los progenitores se manifiestan en una parte del organismo y los caracteres del otro en la otra parte.

b) conjunta, que es la más importante para Timiriazev, que se produce cuando los caracteres de los dos progenitores se fusionan en la descendencia, aunque sin manifestarse en estado puro, ya que se obtienen nuevas propiedades.

c) antagónica, cuando los caracteres paralelos pero opuestos de los antecesores no se fusionan en la

descendencia híbrida. En estos casos no se obtiene una propiedad nueva o intermedia sino que se expresa la propriedad de uno solo de los progenitores mientras que la del otro desaparece.

En la herencia antagónica, continúa Timiriazev, se observan dos posibilidades:

a) el millardetismo, nombre derivado del botánico francés Millardet, que estudió esta categoria de híbridos: son aquellos supuestos en los que los híbridos, uniformes en la primera generación, lo son también en las generaciones siguientes. La descendencia híbrida no se diversifica, no se segrega en las generaciones sucesivas, ya que las propriedades de uno de los progenitores quedan totalmente absorbidas por el otro.

b) el mendelismo, al que Timiriazev considera como un hecho aislado que no se produce más que en condiciones determinadas y que, además, no fue descubierto por Mendel.

Como se observa, es un cuadro mucho más completo que el esquema simplificado en extremo que se ha difundido y sigue vigente en los países capitalistas. Según ello, no hay un rechazo de los supuestos de herencia mendeliana sino una integración como un caso particular y restringido que no excluye otras formas diferentes de herencia. Como afirma Mae Wan Ho, “la hererencia mendeliana se aplica sólo a un conjunto restringido de caracteres observados a lo largo de un número limitado de generaciones en condiciones ambientales más o menos constantes, y sólo cuando se cruzan organismos dentro de la misma especie y con el mismo número de cromosomas. En realidad, uno de los caracteres que Mendel estudió, el de los guisantes rugosos, fue introducido por un elemento genético móvil o ‘gen saltador’, que se había insertado en el alelo salvaje normal de los guisantes redondos, un proceso decididamente no mendeliano” (292). El mendelismo, pues, elevó a regla general, lo que no era más que un caso particular.

No fueron sus “redescubridores” quienes lanzaron a Mendel a la fama, sino William Bateson (1861-1926), que le tradujo al inglés, el idioma de la genética naciente. De Vries, Correns y Tschermack eran centroeuropeos y el centro del mundo estaba entonces en Inglaterra. Bateson, al que Lysenko califica de “oscurantista”, necesitaba utilizar a Mendel contra la teoría de la evolución, ya que era preformista y defendía las teorías catastrofistas de Cuvier. Bateson ataca al darwinismo en varios puntos: pangénesis, herencia de los caracteres adquiridos y cambios graduales. Para ello, junto con el francés Cuenot, transformó la leyes de la hibridación en leyes de la herencia, demostrando que su validez no se limitaba únicamente a las plantas sino también a los animales. Bateson publicó el primer manual sobre la herencia basado en sus leyes, en donde anticipaba una buena parte de la nueva terminología (alelomorfos, heterocigoto).

Hoy Mendel es un mito al que los mendelianos le rinden el culto debido, sin escatimar adjetivos que harían sonrojar al propio monje agustino. Se han excedido en su culto a la personalidad; le han catapultado a un olimpo del que aún no le han bajado. Por ejemplo, Rostand se atreve a decir que toda la genética está contenida en las 40 páginas en las que Mendel resumió sus experimentos sobre hibridación: “Leyendo hoy esas cuarenta páginas, a uno le sorprende a la vez la novedad de los resultados obtenidos y la circunspección del autor, que no adelanta nada más que lo perfectamente probado, y se contenta con encadenar los hechos con hipótesis estrictamente necesarias. Más de un siglo después de la publicación de la memoria de Mendel, no se encuentra, por así decirlo, nada que rectificar, ni un error de hecho ni de interpretación. De un golpe Mendel vio todo lo que se podía ver y todo comprendido: es casi único en la historia de la ciencia” (293). Lleno de entusiasmo por su maestro, el biólogo soviético Medvedev le pone a la altura de Copérnico, Leonardo da Vinci, Newton, Galileo y Darwin: “El descubrimiento de Mendel es tan importante como el de Darwin” porque sólo después de haber descubierto las leyes de la herencia se pudo hacer de la teoría de la evolución la base de la biología moderna (294). ¿Cómo pudieron Lamarck y Darwin escribir sus obras sin conocer las leyes de Mendel? Otra historia que parece vuelta del revés...

La diosificación de Mendel ha convertido a todos los demás en herejes. La crítica del mendelismo se presenta en sociedad como una crítica a la genética, como si genética fuera sinónimo de mendelismo. Como los fundamentos son erróneos, desde el comienzo se va tejiendo el mendelismo

con continuas amalgamas entre concepciones dispares, con un remiendo detrás de otro para no dejar caer a los mitos sobre los que se ha construido. Con la teoría de las mutaciones los factores-genes siguieron su andadura. Lo crean todo y no son afectados por nada. La evolución se detiene a sus puertas. Como escribió Bertalanffy, la biología podía ser evolucionista pero la genética quedaba como el reducto de la inmutabilidad. A partir de entonces y sobre fundamentos tan poco claros, el mendelismo se convierte en el centro de las ciencias biológicas. A ella se subordinan la citología, la embriología, la paleontología, la antropología, la medicina y otras disciplinas.

No es un fenómeno exclusivamente científico, sino también mediático, es decir, ideológico, político y económico. Los mendelistas acaparan los premios Nobel, aparecen en primera plana en los medios de comunicación y conceden ruidosas conferencias de prensa. Cualquier fenómeno publicitario de esa naturaleza tiene como contrapartida el silenciamiento de otro tipo de investigaciones y concepciones y, en consecuencia, un determinado tipo de explicaciones aparece como la única explicación existente, o incluso posible. Una interesante investigación de Matiana González Silva ha sido sugestivamente titulada de la forma siguiente: "Del factor sociológico al factor genético. Genes y enfermedad en la páginas de 'El País' (1996-2002)", donde analiza cómo ha cambiado la divulgación periodística acerca de las causas de las enfermedades, a favor de una explicación genética y, lógicamente, en detrimento de otra clase de explicaciones (295). La genética lo invade todo porque hay poderosos intereses económicos, bélicos y políticos que así lo determinan. Los intereses estrictamente científicos no coinciden necesariamente con ellos. Pero donde estaba ocurriendo eso era en los países capitalistas precisamente, por más que la burguesía intente proyectar sus espectros contra la URSS.

En el confuso estado que mantenían, los ingredientes ideológicos de la genética se convierten en dominantes en la cultura capitalista y propician el racismo y la xenofobia. En 1900 se descubren los grupos sanguíneos, de los cuales se extraen otras tantas nociones oscurantistas a sumar a las que la teoría sintética engendraba por sí misma. Los lazos nacionales y raciales son una extensión de los familiares y éstos se basan en la consanguinidad. La sangre es la unión más próxima y más íntima; en la Biblia está asociada al alma y a Aristóteles y Linneo le sirvieron para realizar la primera clasificación de los animales en dos grandes grupos: los que tienen sangre y los que carecen de ella. Pero pronto el papel místico de la sangre pasará a ser desempeñado por lo genético. Se forma un "darwinismo social" que divide a los seres humanos entre los ostentadores de un pedigrí secular, una estirpe superior, y los portadores de malformaciones hereditarias, predestinados al exterminio. En definitiva, lo que se observa con el cambio de siglo es la emergencia de dos teorías de marcado sesgo antievolucionista, la de Weismann y la de Mendel, que se ensamblan y, paradógicamente, se incorporan al evolucionismo distorsionándolo. No era la primera síntesis ni será la última. Cada una de esas confusas amalgamas no hace más que poner de manifiesto los endebles fundamentos sobre los que ha pretendido construirse el edificio, la insuficiencia conceptual y la precariedad de hipótesis que son clave para futuros desarrollos.

La teoría sintética de Rockefeller

Desde mediados del siglo XIX el positivismo confió en la posibilidad de extraer la ideología (y la filosofía) de la ciencia, que podría seguir su marcha sin resultar alterada por adherencias extrañas. Influidas por él, algunas corrientes marxistas, como el estructuralismo de Althusser, han sostenido el mismo criterio. Incluso han llegado a convencerse de que eso se ha podido lograr con el propio desarrollo científico, de modo que les repugna que una ideología aparezca explícitamente "mezclada" en las investigaciones científicas. Pero lo novedoso no consiste en "introducir" la filosofía en la ciencia sino en el hecho de haberla sacado previamente de ahí. Por lo demás, la repugnancia por la mezcla sólo se experimenta cuando esa ideología no es la suya propia. En ocasiones algún científico manifiesta carecer de ideología alguna, o ser neutral ante todas ellas, o ser capaz de dejarlas al margen. Lo que sucede en esos casos es que se deja arrastrar por la ideología dominante, que queda como un sustrato sobreentendido de sus concepciones científicas y, en consecuencia, no se manifiesta conscientemente como tal ideología. Bernal lo expuso con

relación a la influencia de Ernst Mach en la física: “Muchos físicos han absorbido tanto positivismo en su educación que lo consideran como un elemento intrínseco de la ciencia y no advierten que es simplemente una manera ingeniosa de explicar el universo objetivo en términos de ideas subjetivas” (296).

En ocasiones eso se debe a la ignorancia de la filosofía, pero también a la pretensión de originalidad, de ausencia de precedentes; a veces porque parece poco científico mencionar, por ejemplo, las mónadas de Leibniz como un antecedente de las células de Virchow, de los factores de Mendel, de las bioforas o de los genes. Un concepto filosófico, por su propia naturaleza, siempre le parece especulativo al científico, nunca parece probado y siempre vulnerable a la crítica. Prefiere inventar un neologismo, aunque la noción sea exactamente la misma.

Esa actitud positivista, que es ideológica en sí misma, es lo que hace que el linchamiento de Lysenko reincida en dos puntos que, al parecer, resultan impensables fuera de un país como la URSS. Uno de ellos es la injerencia coactiva y omnipresente del Estado en la investigación científica, y el otro, la no menos asfixiante injerencia de una ideología, la dialéctica materialista, en detrimento de otras ideologías y, por supuesto, de la ciencia, que debe permanecer tan pura como la misma raza.

Sin embargo, en los países capitalistas, que habían entrado ya en su fase imperialista, las ciencias padecían esas y otras influencias, de manera que los científicos estuvieron directa e inmediatamente involucrados en los peores desastres padecidos por millones de seres humanos en la primera mitad del siglo pasado (297). Ahora bien, subjetivamente los científicos no perciben como influencia extraña aquella que se acopla a su manera previa de pensar, sobre todo si dicha influencia está generosamente recompensada con suculentas subvenciones. Entonces la influencia se convierte en ayuda, en fomento de la investigación. Por eso prefieren ponerse al servicio de las grandes multinacionales que al de un Estado socialista, que les resulta extraño.

Los nuevos derroteros de la ciencia a comienzos del siglo XX quedan ilustrados por el informe Flexner, que dio un giro completo a la teoría y la práctica de la medicina en Estados Unidos y, a partir de allí, en el mundo entero. Abraham Flexner era un oscuro pedagogo cuando en 1908 la Fundación Carnegie le encargó un informe sobre la capacitación de los médicos en Estados Unidos y Canadá. El encargo le llegó por recomendación de su hermano mayor, Simon, que había sido uno de los pioneros en la creación de la Fundación Rockefeller, director del Instituto Rockefeller de Investigación Médica, además de patólogo en Johns Hopkins y en la Universidad de Pensilvania. En 1902 John D. Rockefeller había creado el *General Education Board*, la primera gran fundación educativa de Estados Unidos. Flexner entró a formar parte de su personal. Su tarea consistía en evaluar el estado de las universidades en norteamérica, y el de la educación médica en particular.

Flexner no tuvo necesidad de descubrir nada nuevo. Su informe es esencialmente el mismo que había elaborado la Asociación Médica Americana dos años antes y que nunca había podido publicar. En su tarea Flexner fue guiado por N.P. Colwell, miembro de la Asociación Médica Americana, quien quería asegurarse de que la investigación de Flexner llegaba a las conclusiones previstas. Incluso el pedagogo acabó la redacción de su informe (298) en las oficinas centrales que la Asociación tenía en Chicago. La coalición de esa Asociación con Carnegie y Rockefeller llevó unas determinadas tesis sobre la práctica de la medicina a todo el mundo. Flexner puso una rúbrica para alcanzar una gloria imperecera en materia de enseñanza de la medicina.

A partir de entonces la medicina dejó de ser un conjunto de prácticas para convertirse en una única práctica, en un canon homogéneo. En lo sucesivo el paciente ya no pudo volver a elegir médico porque los médicos eran clones unos de otros: como los remedios, los médicos también se fabricaban en serie y la medicina se acaba codificando en protocolos de actuación, diagnósticos, definiciones y vademécums compilados en gruesos volúmenes. El canon llegó impuesto por el dictado de una Asociación Médica Americana que ni tenía carácter oficial, ni tampoco representaba al conjunto de la profesión. Por ejemplo, ni las mujeres ni los negros podían formar parte de ella. Lo que en 1910 iniciaron la Asociación Médica Americana, Flexner, Rockefeller y Carnegie, acabó

momificado en la Organización Mundial de la Salud y pandemias del tipo de la polio, el SIDA o la gripe H1N1. Lo que empieza de manera sectaria acaba también de la misma manera.

Con su informe Flexner se limitó a dar forma intelectual al desembarco del capital monopolista en la medicina y la farmacopea norteamericana, a la creación de la industria de la salud, un nuevo sector industrial emergente al que debían someterse los médicos. El ejercicio de la medicina debía convertirse en un negocio, había que fomentar un mercado de la salud, algo que estaba muy lejos en 1910, cuando ejercían más de 60.000 profesionales dispersos por un vasto territorio, uno de los porcentajes de profesionales por habitante más altos del mundo. Como consecuencia de ello, la atención sanitaria se acercaba al ideal: médicos por todas partes y precios asequibles de la atención sanitaria. Esa abundancia de médicos se debía a que no se necesitaba un permiso oficial del Estado para ejercer, de modo que cualquiera podía poner una consulta, y también a las facilidades de matriculación en las escuelas de medicina, que eran muchas y de propiedad privada.

Estados Unidos pasó de disponer de 166 escuelas de medicina en 1910 a sólo 77 en 1940. Fue un cierre selectivo que afectó a la mayoría de las pequeñas escuelas rurales; sólo permitieron la apertura de dos escuelas para negros. En 1963 Estados Unidos mantenía el mismo porcentaje de médicos por habitante que en 1910, a pesar de un incremento enorme de la demanda. De los 375.000 médicos en activo en 1977, sólo 6.300, el 1,7 por ciento, eran negros. El médico modificó su posición en la pirámide social; de un profesional muy cercano al paciente, se conviritió en parte integrante de una élite selecta cuyos honorarios muy pocos podían satisfacer, lo cual abrió un fantástico mercado secundario: el de los seguros médicos. Las relaciones entre ambas partes, médico y paciente, cambiaron radicalmente.

La nueva medicina acapara la exclusividad de su aplicación "científica" que, como ya sabemos, es única, de manera que a partir de entonces el Estado deberá intervenir como árbitro para sancionar esa unidad: cuál es la auténtica medicina y cuál se debe vilipendiar, quién es médico y quién es sólo un curandero, qué conocimientos médicos se deben impartir, cómo se deben impartir y en dónde se deben impartir. Ni cualquiera puede fundar una facultad de medicina, ni cualquiera puede ejercer la medicina. Para que alguien se pueda llamar médico primero debe disponer de un título académico que sólo el Estado puede otorgar; para que alguien pueda ejercer la medicina primero debe disponer de una autorización que sólo el Estado puede otorgar, todo lo cual va cuidadosamente reglamentado y supervisado, además, por corporaciones profesionales del tipo de la Asociación Médica Americana, al servicio de los intereses de grandes empresas capitalistas de la farmacia, del equipamiento médico, de los seguros médicos, etc. Naturalmente los herbolarios también desaparecieron o fueron marginados. La formación médica, como las demás enseñanzas codificadas, son un instrumento de dominio sobre la ciencia sancionado por el Estado, que le proporciona al mecanismo una apariencia de objetividad y neutralidad.

El médico debía ser un científico auténtico, obligado a estudiar varios cursos de conocimientos básicos antes de atender a sus pacientes. A partir del informe de Flexner los hospitales se vinculan a las facultades de medicina y a la investigación médica. No ha sucedido con ninguna otra profesión. Las facultades de derecho no comparten la misma sede que los tribunales, ni las escuelas de ingeniería están en los talleres, ni la enseñanza de la economía en la bolsa. Había que abandonar la medicina tradicional, el saber empírico y lo que Flexner calificaba como "dogmas históricos" que impiden la "libre búsqueda de la verdad", que él personifica en la homeopatía, a la que dedica una buena parte de su informe porque el negocio de Rockefeller estaba ligado a las empresas farmacéuticas alopáticas. En la industria farmacéutica, la dinastía Rockefeller comenzó con William Avery Rockefeller, quien acumuló su fortuna como charlatán mercachifle engañando a los incautos con medicamentos alopáticos fraudulentos, elixires compuestos por alcohol, cocaína y opiáceos que embotellaba como pócima milagrosa para cualquier clase imaginable de patología (299). Desde entonces la homeopatía no cesa de aglutinar en todo el mundo la furia inquisitorial de la auténtica medicina científica de Rockefeller, una campaña en la que logró sacudirse a una buena parte de la competencia. En 1910 la homeopatía era una práctica médica habitual y muy conocida especialmente en Estados Unidos. La primera asociación médica fundada en Estados Unidos había

sido homeopática. Los homeópatas dominaban el mercado de la salud porque los médicos alópatas habían tenido tasas más altas de mortalidad en la epidemia de cólera de 1854.

La suerte de la homeopatía estaba echada en 1910 y no se trata de un caso aislado sino del arquetipo de la evolución científica en el siglo pasado. Uno de los principios de la homeopatía sostiene que no hay enfermedades sino enfermos, por lo que todo tratamiento debe ser personalizado, intransferible, lo que no encaja con un mercado capitalista de la salud dominado por la erradicación absoluta de la prevención en la medicina, las técnicas sofisticadas de diagnóstico, la producción en serie de fármacos, los protocolos uniformes que dirigen la prescripción médica y la venta indiscriminada de medicinas. El médico receta y el farmacéutico vende. Una de las áreas de negocio en medicina es la investigación, al final de cuyo proceso hay que registrar una patente y, finalmente, vender fármacos, cuantos más mejor.

En 1910, junto con otros conglomerados farmacéuticos, Rockefeller controlaba hospitales, universidades e investigación. La medicina y sus áreas afines se convirtieron en un modelo de control y regulación monopolista, bajo el cobertura oficial de la FDA (*Food and Drug Administration*), un departamento del gobierno de Estados Unidos que hoy dicta la política sanitaria y farmacéutica en el mundo entero. A su vez, el 75 por ciento del presupuesto de la FDA lo pagan las empresas farmacéuticas, es decir, que son éstas las que realmente controlan a un organismo aparentemente público, y no al revés. En cualquier caso, lo que concierne a la vida y a la salud es algo hoy extremadamente formalizado y minuciosamente regulado por criterios que, en ocasiones, son harto dudosos y poco tienen que ver con la ciencia. Los abigarrados protocolos de la FDA imponen lo que es una droga que hay que prohibir, lo que es un alimento que se puede ingerir y lo que es un fármaco que se debe prescribir. Dicen lo que es sano y lo que es pernicioso; lo que deben hacer y lo que no, tanto los médicos y pacientes como los gobiernos; lo que es salud y lo que es enfermedad, siempre basándose en criterios que sólo son realmente científicos si coinciden con los intereses económicos de las empresas farmacéuticas. Las razones para legalizar un edulcorante neurotóxico sintético, como el aspartamo (300), y paralelamente prohibir otro natural, como la stevia (301), son otras tantas huellas de los turbios derroteros por los que circulan hoy las ciencias de la vida.

La ciencia auténtica de Rockefeller se puso en evidencia en 1918 con su claramoroso error en el diagnóstico de la fiebre amarilla. La historia resumida de este fiasco se remonta a 1900, cuando el médico japonés Hideyo Noguchi se traslada a trabajar a Estados UNidos, incorporándose poco después al laboratorio de Simón Flexner en el Instituto Rockefeller de Nueva York. En 1918 sus jefes le trasladan a Guayaquil (Ecuador) para estudiar la fiebre amarilla que causaba estragos entre los trabajadores del canal de Panamá, cuya construcción estaba paralizada. A través de Nueva Orleans y otros puertos del sur de Estados Unidos, la enfermedad penetraba en el interior del país. Al año siguiente de su llegada a Guayaquil Noguchi publicó un artículo en el *Journal of Experimental Medicine* en el que sostenía que la causa de dicha enfermedad era la bacteria *Leptospira icteroides*, descubrimiento que le valió ser nombrado coronel honorario por el gobierno de Ecuador. El diagnóstico era equivocado, como ya avisó Mario G. Lebredo en un artículo convenientemente olvidado (302), y cuando un diagnóstico falla, el coste son vidas humanas. Los médicos de Rockefeller retrasaron la cura de la enfermedad en Ecuador, Perú, México y otros países latinoamericanos. En áfrica no se pudo encontrar la bacteria de Noguchi en los pacientes con fiebre amarilla. Rockefeller y Noguchi pasaron por encima de un antiguo descubrimiento del cubano Carlos Finlay: que la enfermedad la transmitía el mosquito *Aedes aegypti* (*Stegomya fasciata*), algo bastante conocido en Estados Unidos porque en 1900 su ejército había enviado una misión científica a la Isla para conocer de cerca las investigaciones de Finlay. Combatiendo el mosquito se pudieron concluir en 1914 se las obras del canal de Panamá. Luego se demostró que el mosquito era el vector que transmitía el virus.

Pero Noguchi y sus padrinos no están en los libros de oro de la historia por sus fracasos sino por sus éxitos. Dicen que identificaron al *Treponema pallidum*, la bacteria de la sífilis. No es exacto. En 1905, dos científicos alemanes, Fritz Schaudinn y Hoffmann Erich, ya habían observado la

espiroqueta ondulada en los cerebros de los pacientes fallecidos a causa de aquella enfermedad venérea, aunque no lograron cultivarla y, por consiguiente, no pudieron demostrar cabalmente que era la causa de la enfermedad. No obstante, a partir de entonces los laboratorios iniciaron una carrera para cultivar *Treponema pallidum*, lo que Noguchi logró en 1910 en testículos de conejo, pasando así a integrarse en la nómina de los primeros cazadores de microbios. La historia se viene presentando de otra manera, eliminando los precedentes, para mayor gloria, no de Noguchi, sino de Rockefeller. Noguchi es un héroe nacional en varios países, especialmente en el suyo propio. Desde 2004 su rostro aparece en el billete de 1.000 yenes y dos años después el gobierno japonés estableció el Premio áfrica Hideyo Noguchi, para honrar la labor de los científicos en la lucha contra las enfermedades infecciosas en áfrica (302b).

Las terapias de Simon Flexner volvieron a quedar en ridículo durante la epidemia de polio de 1937 en Estados Unidos. Según Flexner la polio era una enfermedad de origen viral que afectaba al sistema nervioso central y se transmitía sólo por vía nasal. El remedio infalible consistía en revestir las paredes nasales con una pasta de sulfato de zinc (302c), por lo que en aquella época era corriente que la gente paseara por las calles de las ciudades de Estados Unidos con gasas de algodón taponando sus fosas nasales. Las historias de la fiebre amarilla y la polio tienen todos los ingredientes premonitorios de lo que iba a ser la medicina en el futuro, especialmente en la posguerra, incluidas las campañas benéficas de recogida de dinero y la intimidación obsesiva a través de la prensa: la polio fue la primera enfermedad mediática y su ejemplo visible era el presidente F.D.Roosvelt postrado en una silla de ruedas. Un cierto tipo de medicina, la de los virus y cuarentenas, empezó a ser noticia. La polio no es contagiosa pero las personas fueron llevadas al pánico de que sus familiares se contagiaran. Como medida profiláctica había que evitar el contacto entre las personas; se cerraron lugares públicos, como cines, escuelas y locales de diversión.

Lo que es bueno (o malo) para Estados Unidos también lo es (o no) para el resto del mundo. De ahí que las instituciones internacionales que hoy operan en el terreno de la salud y la alimentación (OMS, FAO) imponiendo sus criterios (científicos o no), son un trasunto de las estadounidenses (CDC, FDA). Al tiempo que ganaba la batalla en su propio país, Rockefeller cruzó todas las fronteras con el informe de Flexner bajo el brazo. Creó su propio medio de propaganda, el *Journal of Experimental Medicina*, bajo la dirección efectiva de Simon Flexner. En la posguerra, el Organismo de Salud de la Sociedad de Naciones, le ofreció a la Fundación Rockefeller la primera oportunidad que extender sus tentáculos, aportando más de la tercera parte del presupuesto de aquel organismo mundial. Inglaterra fue su primer puerto, creando la Comisión Haldane para repetir lo que se estaba imponiendo al otro lado del Atlántico. Otra de las primeras manifiestaciones de su influencia estuvo en el Colegio Universitario de Londres, la Universidad de Gales y la Universidad de Cambridge. En 1921 creó una nueva Escuela de Higiene y Medicina Tropical como parte de la Universidad de Londres, el principio de una red propia de hospitales extendida por las islas, así como de un estilo de ejercer la medicina asociado a una definición científica de lo que es la medicina y, por lo tanto, el ser humano. Paralelamente, Rockefeller tejió a ambos lados del Atlántico una tela de araña de vigilantes que supervisaban la puesta en práctica de sus nuevos métodos y la buena aplicación del dinero invertido, como el *Medical Research Council* (302d).

Tras su victoria en la medicina, Rockefeller expande la auténtica ciencia hacia otras áreas del conocimiento que estaban necesitadas de su correspondiente informe Flexner, en particular la genética. Aún hoy algunos de los descubrimientos científicos de la biología molecular llevan el nombre de Rockefeller. La ribosa (un azúcar), el ARN (ácido ribonucleico), el ADN (desoxirribonucleico), la ribozima (una enzima de ARN) y el ribosoma (un componente celular) son nombres derivados de RIB, el *Rockefeller Institute of Biochemistry*. La genética se vio sacudida por la crisis capitalista de 1929. A partir de aquel momento, la Fundación Rockefeller inicia un giro en su política de subvenciones favorable a la nueva ciencia y en detrimento de otras, como la matemática o la física, incluso restringiendo los fondos destinados al Organismo de Salud de la Sociedad de Naciones. Entre 1932 y 1945 dicha Fundación contribuyó con muchos millones de dólares a la financiación de la nueva teoría sintética porque el resto era seudociencia que había que

erradicar. La ciencia es única y la medicina también. Ese cúmulo exótico de prácticas médicas esparcidas por el mundo que exhiben los libros de historia debían desaparecer en favor de una terapia universal en cuya cúspide está un organismo internacional que vela por su imposición uniforme.

En la Fundación Rockefeller no había ningún interés de carácter estrictamente científico; se trataba de un proyecto hegemónico imperialista cuya clave está en la guerra bacteriológica, que inició su andadura con el lanzamiento masivo de gases letales durante la I Guerra Mundial. En 1931 Cornelius P. Rhoades, del Instituto Rockefeller de Investigaciones Médicas, infectó a seres humanos con células cancerígenas, falleciendo 13 personas. Rhoades dirigía los servicios de salud del Instituto de Medicina Tropical en San Juan de Puerto Rico. Desde allí escribió varias cartas a sus amigos en Estados Unidos en las que describía su odio hacia los puertorriqueños. Hablaba de ellos con desprecio: "Los puertorriqueños son sin duda la raza de hombres más sucia, haragana, degenerada y ladrona que haya habitado este planeta. Uno se enferma de tener que habitar la misma isla que ellos. Son peores que los italianos. Lo que la isla necesita no es trabajo de salud pública, sino una marejada o algo para exterminar totalmente a la población. Entonces pudiera ser habitable". En una de aquellas cartas, fechada el 11 de noviembre de 1931, confesaba sus crímenes. Reconocía haber implantado células cancerígenas a pacientes puertorriqueños sin su consentimiento. Las cartas fueron interceptadas por los independentistas, quienes denunciaron el crimen. Pero las complicidades llegaban muy alto, de modo que el gobierno en lugar de encarcelar a Rhoades, le puso a cargo de los proyectos de guerra bacteriológica del ejército estadounidense en Maryland, Utah y en Panamá. Fue condecorado por el gobierno con la medalla meritoria de la Legión. Tras la II Guerra Mundial, le nombraron director de investigaciones del hospital Sloan Kettering Memorial de Nueva York, el centro oncológico más importante del mundo. En sus instalaciones Rhoades emprendió la investigación de 1.500 tipos de gas mostaza nitrogenado con la excusa de un supuesto tratamiento contra el cáncer. Utilizaron isótopos radiactivos con mujeres embarazadas y virus patógenos en otros pacientes. Luego Rhoades formó parte de la Comisión de Energía Atómica de Estados Unidos, donde siguió experimentando con radiaciones, tanto en soldados como en pacientes de hospitales civiles.

La referida Comisión de Energía Atómica desempeñó un papel fundamental en la imposición de la hegemonía científica de la teoría sintética. Al concluir la II Guerra Mundial, Estados Unidos no encomendó la producción de armas nucleares al Pentágono ni al Departamento de Defensa, sino a una agencia civil, la Comisión de Energía Atómica, que hasta su disolución en 1974 fue responsable tanto del diseño de armas nucleares, como del desarrollo de la energía nuclear para usos civiles. En este último aspecto, debía ocuparse a la vez de la promoción de la energía atómica civil y de la regulación de la seguridad en las centrales nucleares. Las investigaciones genéticas formaban parte del capítulo de seguridad nuclear. Su objetivo era estudiar los efectos de las radiaciones sobre los cromosomas humanos, en busca de mutaciones y anormalidades inducidas por los ensayos nucleares, tanto militares como civiles (303). Se creó una Oficina de Investigación Sanitaria y Ambiental encargada de supervisar la seguridad en los trabajos con radiaciones. En los años ochenta esta Oficina disponía de presupuestos gigantescos (del orden de 2.000 millones de dólares) para el estudio de los efectos de las radiaciones sobre el genoma humano. Este interés permitió que Dobzhansky, entre otros, tuvieran acceso a una fuente constante de financiación y colaboradores, mientras que otro tipo de proyectos de investigación quedaron relegados. El transplante de médula o el proyecto de secuenciación del genoma humano tuvo este origen (304). Lo que se había creado para la muerte fue presentado como algo bueno para la vida y la salud de las personas.

Rockefeller puso la ciencia al servicio de la eugenesia con el fin de crear superhombres, una casta de elegidos capaces de mantener a Estados Unidos en la cúspide mundial (305). A través de uno de los primeros presidentes de su Instituto de Investigación Médica, William Henry Welch, Rockefeller creó la *Eugenics Record Office*, a la que financió con 100 millones de dólares sus primeros dos años de existencia. También era necesaria una teoría a la altura de las políticas eugenésicas, la teoría sintética, así como los especialistas capaces de llevarla a la práctica, normalmente científicos

extranjeros cooptados para trabajar en Estados Unidos. A lo largo del siglo XX Rockefeller articuló su proyecto en cuatro fases sucesivas: la primera es el malthusianismo, control demográfico, restricciones a la inmigración y planes antinatalistas; el segundo es la eugenesia, la nueva genética, la esterilización y el apartheid; el tercero es la “revolución verde”, los fertilizantes, abonos y pesticidas usados masivamente en la agricultura a partir de 1945; el cuarto son los transgénicos, el control de las semillas y de la agricultura mundial. Al final de la II Guerra Mundial los laboratorios militares estadounidenses habían sintetizado muchos compuestos bacteriológicos nuevos destinados a transformarse en armas letales, tanto para los seres humanos como para las cosechas; con algunas variantes, muchos de ellos se podían utilizar como insecticidas o herbicidas. Por ejemplo, el DDT lo diseñó Monsanto en la década de los cuarenta como un arma de guerra química, reconvertida luego en el agrotóxico estelar con el que envenenaron a los campesinos, las tierras y las aguas de gran parte del planeta en la década siguiente (305b).

Para lograr la comercialización de las armas químicas era necesario crear un mercado civil capaz de consumir sus subproductos en gran escala. Habían invertido mucho capital como para abandonar las investigaciones, así que organizaron un negocio para rentabilizarlas, sacando a un oscuro agrónomo de un laboratorio militar aún más oscuro, secreto: Norman E.Borlaug (1914-2009). La Fundación Rockefeller le propuso cambiar de trabajo y trasladarse a México para iniciar allá la “revolución verde” que -volveré sobre ello- es uno de los mayores desastres sociales y ambientales del siglo pasado. Se trataba de acabar con el autoconsumo y las prácticas agrícolas tradicionales, introduciendo el capitalismo en el campo: fertilizantes, pesticidas, maquinaria y, ante la imposibilidad de obtener nada de esto, introducción del crédito para endeudar al campesinado, arruinarle y hacerle perder la propiedad de sus tierras. Por su probado servilismo hacia las multinacionales, a Borlaug le recompensaron con el Premio Nóbel de la Paz en 1970. En México Borlaug cosechó una espiga híbrida de trigo, llamada *Brevor 14*, con un tallo mucho más corto y grueso, capaz de soportar el uso masivo de agrotóxicos.

Ni Borlaug ni Rockefeller crearon nada nuevo. Aquel trigo enano fue pirateado a los japoneses tras la guerra (306); formaba parte de un intercambio comercial con los criminales de guerra japoneses: patentes a cambio de impunidad. Cuando en 1931 Japón invadió China, el Regimiento 731 del ejército imperial se instaló en Harbin, levantando un campo de concentración que sirvió a los científicos japoneses, bajo la dirección de Shiro Ishii, como laboratorio de experimentación con seres humanos, primero prisioneros chinos y a partir de 1942 estadounidenses y soviéticos. Tres mil cautivos sirvieron como conejillos de indias y murieron horriblemente a consecuencia del tifus, peste, cólera y sífilis. Se trataba de determinar si la resistencia a ciertas enfermedades mortales dependía de la raza de las personas. Cuando el Ejército Rojo soviético liberó Harbin, los japoneses intentaron borrar las huellas de sus experimentos en el campo 731 y los últimos presos supervivientes del laboratorio fueron gaseados. Shiro Ishii y los demás científicos regresaron a Japón. Los servicios secretos estadounidenses les ofrecieron la impunidad a cambio de que entregaran los resultados de sus investigaciones. Shiro Ishii murió plácidamente en 1959, sin haber sido nunca molestado por sus crímenes (307).

La Fundación Rockefeller colaboró con el Instituto Kaiser Guillermo III y con Ernst Rüdin, el arquitecto de la política eugenista del III Reich, aún después de que los docentes judíos fueran expulsados de las universidades alemanas, lo que demuestra que “importantes instituciones de Estados Unidos no se avergonzaban de apoyar a un régimen que maltrataba a sus científicos por motivos raciales” (308). A pesar de los asesinatos de presos antifascistas en los internados y campos de concentración, continuó subvencionando en secreto las investigaciones nazis al menos hasta 1939, sólo unos meses antes de desatarse la II Guerra Mundial. El gas Zyklon B, utilizado en los campos de concentración para asesinar a los presos, fue fabricado por Bayer, una de las empresas que desde 1926 integraba el consorcio *Interessengemeinschaft Farben* (IG Farben), la multinacional química que en 1932 financió el ascenso de Hitler a la cancillería. Dado que Rockefeller mantenía titularidades accionariales cruzadas con IG Farben, es decir, que el monopolio alemán era accionista de la *Standard Oil* y viceversa (309), Rockefeller fue uno de los que financiaron la llega de Hitler a

la cancillería. En Nuremberg fueron condenados 24 directivos de IG Farben por cometer crímenes contra la humanidad y el tribunal ordenó desmantelar el consorcio, que se dividió en las multinacionales Hoechst, Bayer y BASF, un mero cambio de marca comercial (310).

El químico alemán Gerhard Schrader (1903–1990) trabajó de 1930 a 1937 para Bayer, sintetizando más de 2.000 nuevos compuestos químicos organofosforados, entre ellos algunos insecticidas que se podían utilizar también como armas neurotóxicas contra seres humanos, como el tabún. Tras la guerra, Schrader fue más hábil que sus jefes de IG Farben. Se refugió en Estados Unidos y, como tantos otros, encontró allí impunidad por sus crímenes, a cambio de poner sus conocimientos científicos al servicio de sus nuevos amos (311). El 8 de febrero de 2009 el diario *Sunday Times* informó de que la talidomida había sido uno de los numerosos fármacos y productos químicos sintetizados en Dyhernfurth (un laboratorio químico) o Auschwitz-Monowitz bajo la dirección de Otto Ambros (1901-1990), el máximo experto nazi en guerra química, uno de los que participaron en la decisión de utilizar el Zyklon B en las cámaras de gas. Ambros trabajaba al servicio de la multinacional francesa Rhône-Poulenc, que estuvo bajo control nazi durante los años de la II Guerra Mundial. Por encargo de Rhône-Poulenc, buscaba un antídoto contra el gas sarín y, tras la guerra, se integró en el *US Army Chemical Corps*, fue un fiel tanto del canciller Adenauer como del especulador Friedrich Flick, el de las subvenciones ilegales al PSOE en 1983. Científico polifacético, Ambros también se incorporó al laboratorio de la empresa Grünenthal que patentó la talidomida y la comercializó bajo la marca “Contergan”, causando la grave crisis iatrogénica que ya he comentado antes.

Se trata de un proceso que no ha terminado. Los pesticidas que se utilizaron en la “revolución verde” eran derivados químicos de las sustancias utilizadas como armamento en la I Guerra Mundial y producidas por los mismos laboratorios que fabricaron las bombas químicas arrojadas durante la guerra de Corea. A través de la multinacional suiza Syngenta y del CGIAR (312), hoy Rockefeller sigue manteniendo su red para el control de la población mundial y de sus fuentes de alimentación. En Puerto Rico los experimentos bioquímicos con la población han sido una constante. En los años sesenta utilizaron mujeres puertorriqueñas como conejillos de indias para probar anticonceptivos. Algunas murieron. La población de El Yunque fue irradiada para probar el agente naranja con el que se bombardeó Vietnam; hasta 2003 bombardearon con napalm y uranio a la población de la isla de Vieques (313); contaminaron con iodo radioactivo a pacientes en el antiguo hospital de veteranos; también profanaron cadáveres de la antigua Escuela de Medicina Tropical y los enviaron a Estados Unidos para analizarlos (314).

La nueva política de subvenciones favorable a la genética fue impulsada por el matemático Warren Weaver, que en 1932 fue nombrado director de la División de Ciencias Naturales del Instituto Rockefeller, cargo que ejerció hasta 1959 y que era simultáneo a la dirección de un equipo de investigación militar. Una de las primeras ocurrencias de Weaver nada más tomar posesión de su puesto fue inventar el nombre de “biología molecular”, lo cual ya era una declaración de intenciones de su concepción micromerista. Como resume Olby: “El Rockefeller orientó al mundo hacia la enzimología” (315). En la posguerra Weaver fue quien extrapoló la teoría de la información más allá del área en la que Claude Shannon la había concebido. Junto con la cibernética, la teoría de la información de Weaver, verdadero furor ideológico de la posguerra, asimilaba los seres vivos a las máquinas, los ordenadores a los “cerebros electrónicos”, el huevo (cigoto) a las antiguas cintas magnéticas de ordenador que archivaban la memoria, al tiempo que divagaba sobre “inteligencia” artificial y demás parafernalia adyacente. Si el hombre era una máquina, las máquinas también podían convertirse en seres humanos: “No hay una prueba concluyente de una diferencia esencial entre el hombre y una máquina. Para cada actividad humana podemos concebir una contrapartida mecánica” (315b).

Rockefeller y Weaver no financiaron cualquier área de investigación en genética sino únicamente aquellas que aplicaban técnicas matemáticas y físicas a la biología. Otorgaron fondos a laboratorios y científicos que utilizaban métodos reduccionistas, cerrando las vías a cualquier otra línea de investigación diferente (316). A partir de entonces muchos matemáticos y físicos se pasaron a la

genética, entre ellos Erwin Schrödinger que escribió al respecto un libro que en algunas ediciones tradujo bien su titulo: “¿Qué es la vida? El aspecto físico de la célula viva”. La mayor parte eran físicos que habían trabajado en la mecánica cuántica y, por tanto, en la fabricación de la bomba atómica. Junto con la cibernética y la teoría de la información, la física de partículas fue el tercer eje sobre el que desarrolló la genética en la posguerra. La teoría sintética es, pues, el reverso de la bomba atómica de modo que los propios físicos que habían contribuido a fabricarla pasaron luego a analizar sus efectos en el hombre.

El destino favorito de las subvenciones de Rockefeller fue el laboratorio de Thomas H. Morgan en Pasadena (California), que se hizo famoso por sus moscas. El centro de gravedad de la nueva ciencia se trasladó hasta la orilla del Pacífico y la biología dejó de ser aquella vieja ciencia descriptiva, adquiriendo ya un tono claramente experimental. Generosamente becados por Rockefeller y Weaver, numerosos genetistas de todo el mundo pasaron por los laboratorios de Morgan en Pasadena para aprender las maravillas de la teoría mendelista. Los tentáculos de Rockefeller y Morgan alcanzaron a China: Tan Jiazhen, calificado como el “padre” de la genética de aquel país, también inició sus experimentos con moscas embotelladas en California.

Entre los visitantes estaba uno de los introductores del mendelismo en España, Antonio de Zulueta, que tradujo al castellano algunas de las obras de Morgan. En España la primera cátedra especializada en genética se creó en 1932 al margen de la universidad, por iniciativa privada de la Fundación Conde de Cartagena, siendo ocupada por Zulueta. De acuerdo con el gobierno español, Rockefeller financió el equipamiento del laboratorio de Zulueta en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid. A cambio, el gobierno debía comprar revistas especializadas para la biblioteca y crear una plaza de ayudante de laboratorio que debía ocupar Käte Pariser. Además, Rockefeller becó a un discípulo de Zulueta, Fernando Galán, para que se despalazara al laboratorio de Morgan e instruyera a su equipo en las técnicas de tinción ideadas por Ramón y Cajal aplicadas al estudio de los cromosomas gigantes de las glándulas salivares de *Drosophila melanogaster*. Otro discípulo de Zulueta, Fernández Nonídez también pasó casi tres años (1917-1920) en el laboratorio de Morgan. Al regresar a España en 1920, Nonídez introdujo la teoría cromosómica en un curso que impartió en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid. La Junta de Ampliación de Estudios publicó un compendio de sus lecciones con el título “La herencia mendeliana: Introducción al estudio de la genética”. Fue la primera obra en castellano que exponía con detalle la teoría cromosómica de la herencia, así como muchos otros conceptos postulados por el equipo de Morgan, destacando los fenómenos de ligamiento cromosómico (*linkage*), entrecruzamiento de secuencias cromosómicas (*crossing-over*), mapas cromosómicos, no-disyunción, interferencia, genes letales, etc. A este libro le siguió en 1923 otro, “Variación y herencia en los animales domésticos y plantas cultivadas”, enfocado hacia la mejora genética de animales y plantas. Como en el caso anterior, se convirtió en un manual de referencia de gran repercusión entre los agrónomos y veterinarios del mundo hispano, reeditándose cuatro veces entre 1923 y 1946.

Morgan respaldó la llamada teoría cromosómica que había sido propuesta en 1903 por Sutton y Boveri en Estados Unidos y Alemania respectivamente. Tuvo un éxito fulminante porque suponía un apoyo a la ley de la segregación de Mendel, una de sus primeras confirmaciones empíricas. Los cromosomas aparecen normalmente por parejas homólogas, unos procedentes del padre y otros de la madre. Se estableció un paralelismo entre cromosomas y factores génicos: el factor dominante se alojaba en uno de los cromosomas y el recesivo en el homólogo suyo. Como los cromosomas, los genes también aparecían por pares. Fue como una repentina visualización de lo que hasta entonces no había sido más que una hipótesis nebulosa.

Como suele ocurrir con algunos descubrimientos, la teoría cromosómica fue víctima de sí misma y condujo a sostener que los determinantes hereditarios se alojaban exclusivamente en aquellos filamentos del núcleo. Los cromosomas, sostiene Morgan, “son las últimas unidades alrededor de las cuales se concentra todo el proceso de la transmisión de los caracteres hereditarios” (317). En ellos se conserva el monopolio de la herencia; el citoplasma celular (el cuerpo) no desempeña ninguna función reproductiva. A partir de entonces los mendelistas dieron un sentido físico y

espacial a los genes, presentados como los eslabones de las cadenas de cromosomas. Según Morgan, los genes se disponen en el cromosoma “en serie lineal, como los nudos de una cuerda” (318) o, como se ha sugerido en ocasiones, una especie de collar en el que las perlas (genes) se anudaban una detrás de la otra. Cada gen es un “lugar” o una posición dentro de un cromosoma, empleando en ocasiones la expresión latina *loci* como sinónimo y llegando a elaborar “mapas” con su distribución. De esta manera concretaban en los cromosomas el plasma germinal de Weismann así como los enigmáticos factores de Mendel. Vistos al microscopio los cromosomas aparecían, además, segmentados en diferentes tonalidades de color, cada una de las cuales bien podía ser un gen.

Como es característico en los mendelistas, Morgan conduce su discurso en muy pocas líneas de una manera unilateral desde la célula al núcleo, de ahí a los cromosomas, para acabar finalmente en los genes (319). Los cromosomas de Sutton, Boveri y Morgan condujeron la atención hacia una sola parte de la célula: el núcleo. La teoría cromosómica se gestó, pues, en detrimento de la herencia extracromosómica. Pero ya en 1908 Correns había descubierto en la variegación vegetal que el citoplasma también desempeñaba un cierto papel en la herencia (320) que existían otras formas de transmisión generacional, por lo que cabe asegurar que en su misma génesis la teoría cromosómica era insuficiente en cuanto que, como la mayor parte de los postulados de la teoría sintética, era reduccionista y otorgaba un valor absoluto a fenómenos biólogicos que sólo son parciales y limitados. A diferencia de la teoría cromosómica de Sutton, Boveri y Morgan, que concede la exclusiva de la dotación hereditaria al núcleo de la célula, la herencia citoplasmática no habló nunca de exclusividad, es decir, de que la herencia sólo se encuentre en el citoplasma, sino que ambos, núcleo y citoplasma, participan en la transmisión hereditaria. La herencia citoplasmática demuestra la falsedad de los siguientes postulados fundamentales de la teoría sintética:

a) el citoplasma forma parte del “cuerpo” de la célula, por lo que no existe esa separación estricta entre plasma y cuerpo de la que hablaba Weismann
b) no se rige por el “código” génico de los cromosomas nucleares (321)
c) contradice las leyes de Mendel (322)
d) no siempre todas las mitocondrias de una misma célula tienen idéntico ADN (heteroplasmia)
e) su división y, por consiguiente, su reproducción, no se corresponde con la división nuclear ni con la de la célula
f) su origen no está en los progenitores sino en virus, es decir, en agentes ambientales exógenos
g) presenta una fuerte dependencia de factores ambientales

El olvido de esta forma de herencia tiene su origen en la concepción reduccionista de la fecundación donde el núcleo era el único protagonista. Como consecuencia de ello, la teoría cromosómica suponía que dado que las mitocondrias están en el citoplasma, sólo pueden proceder de la madre. Coexistían así dos tipos de herencias distintas: una mendeliana, la nuclear, y otra materna, la extranuclear. La explicación argumentaba que cuando un espermatozoide fecunda un óvulo, sólo penetra el núcleo con su ADN, dejando fuera su cola y su citoplasma, donde están las mitocondrias. Luego seguía sosteniendo que aunque no ocurriera así, el ADN mitocondrial del espermatozoide resultaría degradado. Por lo tanto, el ADN mitocondrial procede sólo por vía materna. Sin embargo, no siempre ocurre eso. En los mamíferos los espermatozoides están entre las células que contienen más mitocondrias y, como se ha comprobado, algunas de ellas pueden ingresar en el óvulo. En esos casos se produce la heteroplasmia: el zigoto acumula dos tipos de mitocondrias con distinto ADN que se transmite a la descendencia (323).

Esta pàrte de la genética fue marginada en los medios académicos oficiales. Según Jinks se trató como “una colección de rarezas aisladas” (323b). Así por ejemplo, para Huxley “desempeña un papel completamente secundario” (324). Por su parte, Dunn, Beadle, Muller y otros genetistas admitieron a regañadientes los supuestos de herencia extranuclear, después de dejar bien claro que su importancia dentro de la genética era mínima. Un colaborador muy próximo de Morgan, Alfred Sturtevant, fue uno de los genetistas más beligerantes en este punto, llevando a cabo durante veinte años una constante batalla, hasta que hacia 1940 se tuvo que rendir ante la evidencia: todos los seres

vivos disponen de herencia citoplasmática, los animales en las mitocondrias, las plantas en los cloroplastos y las bacterias en los plásmidos. La teoría sintética siempre ha seguido la política del avestruz; lo que no encaja en el dogma es mejor apartarlo, como si no existiera. Al principio esta forma de herencia génica ocupaba muy poco espacio en los libros de genética, unas pocas páginas en el último capítulo; se hablaba de ella casi de forma vergonzante, como si se tratara de un fenómeno residual. Aún en la actualidad la clonación se presenta como una duplicación exacta de un organismo, cuando se trata sólo del transplante del núcleo, es decir, que no se realiza sobre todo el genoma y, por lo tanto, nunca puede ser idéntica.

En otros países se podían leer cosas diferentes, pero en los años cuarenta los manuales anglosajones seguían destacando que la fisiología celular estaba dirigida y controlada en exclusiva por el núcleo. A Estados Unidos el cambio de perspectiva no llegó hasta 1938 cuando el genetista alemán T.A.Sonneborn descubrió en el citoplasma de una bacteria (*Paramecium aurelia*) la existencia de unas partículas que denominó *kappa* causantes de un determinado rasgo, una proteína que acababa con la vida de otros paramecios. Las partículas *kappa* mantenían una compleja relación con el núcleo celular y con el medio ambiente y, desde luego, tampoco respondían a las leyes que los mendelistas hubieran esperado. Con el tiempo la herencia citoplasmática fue aportando evidencias cada vez más abundantes. En 1952 W. Siegel descubrió las partículas *mu* y en 1962 Gibson y Beale postularon la existencia de otras similares a las que llamaron metagón. Estos hallazgos tuvieron sus paralelos en los que Efrussi, Teissier y L'Héritier llevaron a cabo en Francia sobre la misma materia en 1936. Encontraron que un linaje de *Drosophila melanogaster* presentaba una especial susceptibilidad al gas carbónico ambiental a causa de unas partículas citoplasmáticas que L'Héritier y Teissier denominaron *sigma*. Bittner también encontró otras partículas, a las que designó como *nu*.

Estos descubrimientos, especialmente los de Sonneborn, que inicialmente se consideraron como entre los más importantes de la genética, se acabaron interpretando en términos mendelistas decepcionantes: aquellas partículas del citoplasma y otras que se descubrieron, especialmente en Francia, eran vulgares virus simbiontes (325), que entonces se despreciaban como parásitos. Como decía Muller, no se podía decir que formaran parte exactamente de la constitución genética del propio organismo, ya que procedían del exterior. Se trataba de una infección, de un problema patológico, más médico que estrictamente biológico. El asunto dejó de interesar cuando más interesante se estaba poniendo.

La teoría cromosómica quedó estrechamente vinculada a los mapas génicos, uno de los subproductos que fue elaborando en lo sucesivo la teoría sintética que se reforzó cuando en 1937 G.W.Beadle y B.Efrussi, y luego, en 1943, el primero de ellos junto con E.L.Tatum formularon el dogma micromerista "un gen, una proteína" (326) que presentaba el aspecto causal más contundente de la genética, la prueba definitiva de su naturaleza auténticamente científica. La función de los genes en la célula consistía en elaborar proteínas y enzimas. Se puso establecer así una correspondencia biunívoca que a cada gen hacía corresponder una enzima. A través del microscopio los cromosomas ofrecían la imagen gráfica de linealidad en donde los genes eran hileras en formación uno detrás de otro. Lo importante era la posición sucesiva de los genes en el cromosoma y la distancia entre ellos.

Cuando en 1944 el canadiense Oswald T. Avery (1877-1955) descubrió que el "lugar" de los genes no estaba exactamente en los cromosomas sino sólo en el ADN (un descubrimiento decisivo que no mereció la recompensa del Premio Nóbel) la teoría sintética volvió a superar el descalabro con elegancia. Se olvidaron de los cromosomas y de los mapas y pasaron a hablar del ADN y de las bases, pero el formato no cambió. Los genes ya no estaban en el cromosoma sino sólo en el ADN y, a su vez, la linealidad también se trasladó al ADN: ahora eran las bases de esta molécula las que aparecían en fila, encadenadas una detrás de otra como los eslabones de una cadena. Tampoco cambió la causalidad dogmática expuesta en forma de hipótesis secuencial que, como he mencionado, propuso Crick en 1957. Los genes fabrican proteínas y enzimas, pero lo importante es que eso se atribuía exclusivamente a las secuencias de ADN; una determinada secuencia de bases del ADN conduce a la secuencia correspondiente de aminoácidos de la proteína.

En 1964 Yanofsky reforzó experimentalmente la hipótesis de Crick con la tesis de "colinealidad", según la cual existe una correspondencia entre la secuencia de bases del ADN (que aún equiparaba al mapa o al código génico) y la secuencia de aminoácidos de las proteínas que sintetizan. La secuencia de bases del ADN determina el orden de los aminoácidos en la proteína o en la enzima (327). La genética no sólo se caracterizaba por la inmovilidad sino por la linealidad, lo que Luria expresó de la manera siguiente: "El que los genes hayan de ser transcritos exactamente punto por punto y deban emparejar no menos exactamente punto por punto, exige una configuración abierta, en la cual los detalles pertinentes de estructura se presenten en orden para ser emparejados o transcritos. Sólo una línea o una superficie pueden presentarse de ese modo; un sólido de tres dimensiones no puede. Así, es de esperar que los genes tengan una estructura unidimensional -esto es, lineal- o bidimensional. Tales son las clases de estructura que pueden servir como patrones o plantillas con que sacar copias nuevas" (328). A partir de entonces se ya no se habló tanto de "mapas" genes de como de "secuencias" de ADN o del genoma, expresiones que llegan hasta la actualidad. En cualquier caso, la vida a la que se refería la teoría sintética era, a lo máximo, bidimensional.

Desde el mismo origen de la teoría cromosómica aparecieron evidencias suficientes para concluir que este esquema, repetido hasta la saciedad, es de muy limitado recorrido. En los años cuarenta Barbara McClintock (1902-1992) descubrió los transposones, a los que calificó de "elementos de control": las secuencias de ADN se desplazan a lo largo del genoma, saltan de un lugar a otro, dentro del mismo cromosoma o de un cromosaoma a otro. En consecuencia, si se podían dibujar "mapas" de genes, en ellos también se debían modificar las fronteras continuamente. La propuesta de McClintock chocaba en muchos sentido con las anteriores. Siguiendo la línea micromerista de Beadle y Tatum, lo que Yanofsky investigaba era si las mutaciones en una secuencia determinada de ADN eran separables, mientras McClintock postulaba una amplia integración funcional del genoma, cuyos diversos segmentos interactuaban entre sí. Los seres vivos modifican su genoma continuamente y se intercambian entre sí secuencias de ADN. La transgénesis no sólo se produce dentro de los cromosomas de una misma célula sino de unos seres vivos a otros. Desde 1948 se sabe que existe ADN extracelular o circulante, segregado por las células y que circula fuera de ellas, por ejemplo en los fluidos corporales, la orina y el suero sanguíneo (329), pudiéndose incorporar horizontalmente a cualquier organismo vivo. Por otro lado, el área de trabajo de Yanofsky era la inhibición génica, es decir, las secuencias inactivas de ADN con la presunción de que se trataba de una disfunción que quizá se podría solucionar. Por el contrario, la tesis de McClintock concernía a la funcionalidad de las mutaciones causadas por los transposones, cuyo origen está en condicionamientos ambientales. Los transposones eran genes no funcionales en el sentido de Beadle y Tatum. Al calificar a los transposones como "elementos de control", McClintock abrió vías completamente insospechadas para la genética: descubrió que había al menos una parte del ADN cuya tarea no consistía en fabricar ni enzimas ni proteínas, que el ADN formaba parte de un sistema de regulación, que era un regulador regulado. Pero los mendelistas prefirieron saltar por encima de McClintock, mantenerla en el ostracismo durante décadas y seguir defendiendo sus posiciones a capa y espada. Si los hechos no confirmaban la teoría sintética, tanto peor para ellos. Para no quedar en evidencia -como expondré luego- tuvieron que darle varios quiebros a la teoría cromosómica con su discreción característica.

Si el dogma micromerista "un gen, una proteína" fuera exacto, cabría esperar dos deducciones:

a) que los organismos más complejos requieren más proteínas y, por consiguiente más genes, que los menos complejos; su genoma debía ser mayor y contener más cantidad de ADN
b) que organismos cercanos con un nivel de complejidad parecido poseyeran genomas cuyo contenido de ADN fuera similar

Fue otro descalabro temprano para la teoría sintética porque sucedió todo lo contrario: es la denominada paroja del valor C que mide el tamaño de los genomas de las diferentes especies. Esta paradoja expresa que en eucariotas (células con núcleo) la cantidad de ADN no aumenta con la complejidad del organismo. Hay organismos menos complejos que poseen cantidades de ADN muy

superiores a los más complejos, como por ejemplo la *Euglena*, un organismo unicelular, tiene casi tanto ADN como un ser humano. Al mismo tiempo, hay organismos de parecido nivel de complejidad que tienen cantidades de ADN muy diferentes. La cebolla necesita 200 veces más ADN que el arroz y los anfibios tienen variaciones de hasta 91 veces. Una célula de la salamandra *Amphiuma* contiene 170 veces más ADN que una célula de un pariente relativamente cercano, el pez ballesta o gatillo, mientras que la célula de éste último contiene solamente nueve veces más que la célula de una esponja, la cual es mucho más lejana filogenéticamente de cualquier vertebrado.

La teoría sintética conduce a esta contradicción o paradoja del valor C. Los organismos más complejos no necesitan más ADN sino que el ADN cumpla funciones más diversas que la fabricación de proteínas, que es propia de los organismos más simples. A fecha de hoy lo que la ciencia ha logrado concluir es lo siguiente:

— que dentro del genoma el ADN funcional sólo ocupa una parte
— que la función del ADN no es sólo fabricar proteínas
— que el genoma es un componente dinámico y cambiante de la célula

Tanto los cromosomas como el ADN son moléculas integradas en una célula que forma parte de un ser vivo que se mueve, que cambia y, sobre todo, que es tridimensional. Así lo habían demostrado Linus Pauling, Robert Corey y Herman Branson en 1951 pero aunque se conoce hasta la saturación la configuración de doble hélice del ADN, se menciona mucho menos la configuración espacial de las proteínas, a pesar de su importancia. El comportamiento de una proteína no sólo depende de su secuencia de aminoácidos sino también de la manera en que se pliega dentro de la célula, es decir, de estructuras secundarias, terciarias y cuaternarias. Dos proteínas de secuencias iguales funcionan de manera diferente según se plieguen espacialmente de una u otra forma dentro de la célula o, dicho en el lenguaje favorito de la teoría sintética, también hay información codificada en la configuración tridimensional de las proteínas. Según la hipótesis de Crick ese plegamiento dependía de su secuencia pero se supo muy pronto que no era así. Por ejemplo, dependía de la actividad de otras proteínas llamadas chaperonas. Siempre se supo, pues, que por lo menos había algunas cosas que no dependían de los genes y que los manuales debían dejar un espacio para explicar este tipo de interacciones:

proteína → proteína

Los errores de la teoría cromosómica se encadenaron, conduciendo a minusvalorar importantes hallazgos que afeaban sus dogmas. En 1906 Edmund B.Williamson descubrió los cromosomas B y en 1928 Randolph estableció sus diferencias con los cromosomas A u ordinarios. También denominados supernumerarios, son un supuesto de aneuploidía o cambio en el número de cromosomas, en este caso añadido al número habitual. En los seres humanos el supuesto más conocido es el que da lugar al síndrome de Dawn, cuya causa es la existencia de un tercer cromosoma (trisomía) en el par 21 de cromosomas ordinarios. Pues bien, los cromosomas B tampoco responden a las leyes de Mendel ya que no se segregan durante la división celular, por lo que tienden a acumularse en la descendencia, especialmente en las plantas. Estos fenómenos dan lugar a otros de tipo también singular que poco tienen que ver con los postulados de la teoría sintética, tales como:

— la formación de mosaicos especialmente en plantas, es decir, de células con distinto número de cromosomas dentro del mismo organismo vivo
— la fecundidad de los cruces entre personas con síndrome de Dawn, pese a disponer de un número diferente de cromosomas

La teoría cromosómica también es errónea porque, como afirmó Lysenko, conduce a excluir la posibilidad de cualquier clase de hibridación que no sea de origen sexual, algo que Darwin y Michurin ya habían demostrado que no era cierto con sus experimentos de hibridación vegetativa. Pero sobre este punto, uno de los más debatidos en 1948, también volveré más adelante.

Uno de los descubrimientos de Morgan fue consecuencia de su consideración del cromosoma como

una unidad y con ello demostró uno de los principales errores derivados de las leyes de Mendel: que los genes no son independientes sino que aparecen asociados entre sí (*linkage*). Los genes interactúan, al menos consigo mismos. Sturtevant también empezó a observar muy pronto el "efecto de posición" de las distintas secuencias cromosómicas, lo que refuerza la vinculación interna de todos ellos. Pero Morgan se cuida de no poner de manifiesto la contradicción de su descubrimiento y del efecto de posición con las leyes de Mendel, que "se aplica a todos los seres de los reinos animal y vegetal" (330). Morgan tapaba un error colocando otro encima suyo. No había otro remedio porque desde un principio las grietas del mendelismo aparecieron al descubierto.

De la teoría cromosómica se han retenido sus aspectos erróneos, descuidando lo que antes he reseñado, algo verdaderamente interesante y que es, además, lo más obvio: la noción de que, en definitiva, lo que se hereda no son los genes sino los cromosomas, y si en ellos -como hoy sabemos-hay tanto ADN como proteínas, esto quiere decir que no existe una separación absoluta entre el plasma germinal y el cuerpo; si las proteínas son el cuerpo hay que concluir que también heredamos el cuerpo. Esto resulta aún más contundente habida cuenta -repito- de que en la fecundación preexiste un óvulo completo, que no es más que una célula con su núcleo y su citoplasma, por lo que se obtiene la misma conclusión: si el citoplasma del óvulo forma parte del cuerpo, volvemos a comprobar por esta vía que también heredamos el cuerpo.

Las conclusiones que se pueden extraer de la teoría cromosómica no se agotan en este punto. Como observó el belga Frans Janssens en 1909 y el propio Morgan más tarde, en la división celular siempre se produce un entrecruzamiento (*crossing over*) de determinados fragmentos de los cromosomas homólogos. De modo que no solamente no es cierto que recibamos los genes de nuestros ancestros; ni siquiera recibimos sus cromosomas íntegros sino exactamente fragmentos entremezclados de ellos, es decir, que se produce una mezcla de los procedentes del padre con los de la madre. Por consiguiente, la ley de segregación de los factores establecida por Naudin y Mendel no es absoluta sino relativa: la segregación no es incompatible con la mezcla. La segunda de las leyes de Mendel tampoco se mantiene incólume, incluso en el punto fuerte al que el mendelismo se contrae: la reproducción sexual. En la herencia coexisten tanto la continuidad como la discontinuidad, la pureza como la mezcla y, lo que es aún más importante, se crean nuevos cromosomas distintos de los antecedentes y, a la vez, similares a ellos. La herencia es, pues, simultáneamente una transmisión y una creación; los hijos se parecen a los padres, a ambos padres, al tiempo que son diferentes de ellos. Pero esto no es suficiente tenerlo en cuenta sólo desde el punto de vista generacional, es decir, de los descendientes respecto de los ascendientes. En realidad, cada célula hereda una información genética única y distinta de su precedente. Como en cada organismo vivo las células se están dividiendo, también se están renovando constantemente. El genoma de cada organismo cambia continuamente en cada división celular: se desarrolla con el cuerpo y no separado de él. Un niño no tiene el mismo genoma que sus progenitores y un adulto no tiene el mismo genoma que cuando era niño. No existen las copias perfectas.

Para acabar, el entrecruzamiento tampoco se produce al azar sino que obedece a múltiples influencias que tienen su origen en el medio interno y externo (sexo, edad, temperatura, etc.), que son modificables (331). Ese es el significado exacto de la herencia de los caracteres adquiridos: desde la primera división que experimenta el óvulo fecundado, el embrión adquiere nuevos contenidos génicos y, por lo tanto, nuevos caracteres que no estaban presentes en la célula originaria y que aparecen por causas internas y externas.

Pero no fueron esas las conclusiones que obtuvo Morgan de su descubrimiento, sino todo lo contrario: creó la teoría de la copia perfecta, que llega hasta nuestros días constituyendo la noción misma de gen como un componente bioquímico capaz de crear "copias perfectas de sí mismo" (332). Esta concepción está ligada a la teoría de la continuidad celular: las células se reproducen indefinidamente unas a otras y cada una de ellas es idéntica a sus precedentes. La evolución ha desaparecido completamente; el binomio generación y herencia se ha roto en dos pedazos incompatibles. La herencia es un "mecanismo" de transmisión, algo diferente de la generación; eso significa que sólo se transmite lo que ya existe previamente y exactamente en la misma forma en la

que preexiste.

Esta concepción es rotundamente falsa. Está desmentida por el propio desarrollo celular a partir de unas células madre indiferenciadas, hasta acabar en la formación de células especializadas. Así, las células de la sangre tienen una vida muy corta. La de los glóbulos rojos es de unos 120 días. En los adultos los glóbulos rojos se forman a partir de células madre residentes en la médula ósea y a lo largo de su proliferación llegan a perder el núcleo, de modo que, al madurar, ni siquiera se puede hablar de ellas como tales células. Pero además de glóbulos rojos, en su proceso de maduración las células madre de la sangre también pueden elaborar otro tipo de células distintas, como los glóbulos blancos. Por tanto, a lo largo de sus divisiones un mismo tipo de células se transforma en células cualitativamente distintas. A su vez, esas células pueden seguir madurando en estirpes aún más diferenciadas. Es el caso de un tipo especial de glóbulos blancos, los linfocitos, que al madurar reestructuran su genoma para ser capaces de fabricar un número gigantesco de anticuerpos. Al mismo tiempo que se diferencian, hay células que persisten indiferenciadas en su condición de células madre para ser capaces de engendrar continuamente nuevas células. Por tanto, nada hay más lejos de la realidad que la teoría de la copia perfecta.

El artificio positivista de Morgan es el que impide plantear siquiera la heredabilidad de los caracteres adquiridos, lo que le condujo a considerar que sus descubrimientos habían acabado con el engorroso asunto del “mecanismo” de la herencia de manera definitiva, a costa de seguir arrojando lastre por la borda: “La explicación no pretende establecer cómo se originan los factores [genes] o cómo influyen en el desarrollo del embrión. Pero éstas no han sido nunca partes integrantes de la doctrina de la herencia” (333). De esta manera absurda es como Morgan encubría las paradojas de la genética: sacándolas de la genética, como cuestiones extrañas a ella. Si antes la sicología había desaparecido escindida de la biología y si otro tanto se podía decir de la ecología, Morgan estableció (334) otra de esas características separaciones metafísicas de quienes repudian la metafísica. Morgan era plenamente consciente de su concepción porque había dado sus primeros pasos en la embriología, que había sido su primera especialidad científica, de modo que en sus últimas obras se preocupó de buscar vínculos de unión entre la herencia y el desarrollo o, como él decía, “reunir la genética con la embriología” (335). No obstante, para el futuro la teoría sintética prescindió de estas sutilezas seniles de Morgan, dejando las cosas escindidas de la peor forma posible:

núcleo	—	genética	—	nature	—	transmisión de los caracteres
citoplasma	—	embriología	—	nurture	—	expresión de los caracteres

Así el mendelismo legó para el futuro una concepción esencialista de los seres vivos según la cual no se desarrollan: son de una forma u otra, y lo que son es hereditario, proviene de sus ancestros. La embriología no tiene ninguna relevancia para la biología evolutiva, la herencia citoplasmática es una materia secundaria y las interacciones de Sonneborn entre el núcleo y el citoplasma pasan desapercibidas. Este tipo de concepciones erróneas tuvieron largo aliento en la biología moderna, de modo que sus estragos aún no han dejado de hacerse sentir. Un mismo fenómeno biológico se aborda de una manera muy diferente y da lugar a explicaciones diferentes según se estudie en un manual de genética, de sicología, de ecología o de embriología. Son las consecuencias de la ideología positivista, que se limita a exponer el fenómeno tal y como se desarrolla delante del observador, que se atiene a los rasgos más superficiales del experimento. No cabe preguntar de dónde surge y cómo evoluciona eso que observamos antes nuestros órganos de los sentidos (336).

La teoría cromosómica es consecuencia del micromerismo, una de sus formas especiales, característica de finales del siglo XIX. En 1900 el micromerismo celular de Virchow pasaba a convertirse en el micromerismo molecular de Sutton, Boveri y Morgan. Este último defiende con claridad su punto de vista cuando asimila la entelequia aristotélica a la consideración del “organismo como un todo” (337), algo rechazable tanto por su condición finalista como por la holista. En otra obra confirma su defensa del micromerismo de la siguiente manera:

> “El individuo no es en sí mismo la unidad en la herencia sino que en los gametos existen unidades menores encargadas de la transmisión de los caracteres.
>
> La antigua afirmación rodeada de misterio, del individuo como unidad hereditaria ha perdido ya todo su interés” (338).

El micromerismo le sirve para alejar un misterio... a cambio de sustituirlo por otro: esas unidades menores de las que nada aclara, y cuando se dejan las nociones en el limbo es fácil confundir las unidades de la herencia con las unidades de la vida. Naturalmente que aquella “antigua afirmación rodeada de misterio” a la que se refería Morgan era la de Kant; por tanto, el misterio no estaba en Kant sino en Morgan. Con Morgan la genética perdió irremisiblemente la idea del “individuo como unidad” a favor de otras unidades más pequeñas. A este respecto Morgan no tiene reparos en identificarse como mecanicista: “Si los principios mecánicos se aplican también al desarrollo embrionario, el curso del desarrollo puede ser considerado como una serie de reacciones físico químicas, y el individuo es simplemente un término para expresar la suma total de estas reacciones, y no habría de ser interpretado como algo diferente de estas reacciones o como más de ellas” (339).

Morgan no era un naturalista. Su método era experimental; no salía de su laboratorio y sólo miraba a través de su microscopio. Un viaje en el Beagle le hubiera mareado. Ya no tenía sentido aludir al ambiente porque no había otro ambiente que una botella de cristal. Aquel ambiente creaba un mundo artificial. Morgan no cazaba moscas sino que las criaba en cautividad, sometiéndolas a condiciones muy distintas de las que encuentran en su habitat natural, por ejemplo, en la oscuridad o a bajas temperaturas. De esa manera lograba mutaciones que cambiaban el color de sus ojos. Pero esas mutaciones eran mórbidas, es decir, deformaciones del organismo. Sólo una de cada cinco mil o diez mil moscas mutantes con las que Morgan experimentaba era viable (340). Tenían los ojos rojos y él decía que las cruzaba con moscas de ojos blancos. Ahora bien, no existen moscas de ojos blancos en la naturaleza sino que las obtenía por medios artificiales. Por lo tanto, no se pueden fundamentar las leyes de la herencia sobre el cruce de un ejemplar sano con otro enfermo. Como bien decía Morgan con su teoría de los genes asociados, esas mutaciones no sólo cambian el color de los ojos a las moscas sino que provocan otra serie de patologías en el insecto. Una alteración mórbida es excepcional y no puede convertirse la excepción en norma, es decir, en un rasgo fenotípico de la misma naturaleza que los rasgos morfológicos habituales: color del pelo, estatura, etc.

Morgan era plenamente consciente de que las leyes que regulan la transmisión hereditaria de la salud no son las mismas que las de la enfermedad y la manera en que elude la crítica es destacable por la comparación que establece: también en física y astronomía hay experimentos antinaturales. De nuevo el reduccionismo y el mecanicismo juegan aquí su papel: las moscas son como los planetas y la materia viva es exactamente igual que la inerte. Las moscas obtenidas en el laboratorio (sin ojos, sin patas, sin alas) son de la misma especie que las silvestres y, en consecuencia, comparables (341). Morgan confundía una variedad de una especie con una especie enferma y no tuvo en cuenta aquello que dijo D’Alembert en el “Discurso Preliminar de la Enciclopedia”: que los monstruos en biología sirven “sobre todo para corregir la temeridad de las proposiciones generales” (342).

Por aquellas fechas, a comienzos del siglo XX, es cuando se establecen las primeras asociaciones entre algunas enfermedades y la constitución genética de los pacientes. La noción de patología hereditaria comienza a consolidarse. La primera alteración génica conocida capaz de producir una patología, la alcaptonuria, fue descrita por el médico británico Archibald E. Garrod (1857-1936). La alcaptonuria es un oscurecimiento de la orina después de ser excretada, a causa del contacto con el aire. En 1902 Garrod publicó *The incidente of alkaptonuria: A study of chemical individuality*, donde expone el origen genético de la alcaptonuria. Amigo de Garrod, Bateson se interesó especialmente por esta enfermedad, ya que se detectaba con mayor frecuencia en los hijos de padres emparentados consanguíneamente. Es más, fue Garrod quien relacionó por vez primera a los genes

con las enzimas de una manera característica: una mutación génica provocaba que el organismo no fabricara en cantidad suficiente la enzima responsable de la conversión del ácido homogentísico en anhídrido carbónico y agua; aunque una parte de dicho ácido se elimina a través de la orina, el resto se acumula en determinadas partes, provocando una coloración negruzca (ocronosis). Se estableció entonces la primera versión del dogma "un gen, una enzima" que triunfaría medio siglo después. A mayor abundancia, no se puede descuidar la metodología micromerista de Garrod, presente en su noción de "individualidad química", según la cual "hemos concebido la patología en términos de célula, pero ahora empezamos a pensar en términos de molécula". Para acabar, parece preciso aludir al título de otra de las obras de Garrod, escrita en 1931: *The inborn factors in disease*, es decir, "Los factores innatos de la enfermedad".

El error de cruzar ejemplares enfermos con sanos ya había sido comprobado experimentalmente en varias ocasiones. El biólogo francés Lucien Cuenot fue uno de los primeros que, tras el redescubrimiento, trató de comprobar la aplicación de las leyes de Mendel a los animales. Lo hizo con ratones albinos, pero tuvo el cuidado de advertir que el albinismo no es un carácter sino la ausencia de un carácter. En 1909 Ernest E.Tyzzer, patólogo de la Universidad de Harvard, realizó cruces entre ratones sanos con otros denominados "japoneses valsantes", que deben su nombre al padecimiento de una mutación recesiva. Durante dos generaciones la descendencia fue inoculada con un tumor, observando que la patología se desarrollaba en la primera de ellas en todos los casos y en ninguno de la segunda, por lo que pensó que el fenómeno no obedecía a las leyes de Mendel. Sin embargo, Little demostró que la no aparición de ningún supuesto tumoral en la segunda generación se debía al empleo de un número escaso de ejemplares, de manera que utilizando un volumen mayor descubrió que aparecía en un uno por ciento aproximadamente, porcentaje que posteriormente se afinó, obteniendo un 1'6 por ciento de tumores en la segunda generación, cifra que variaba en función del tipo de ratones utilizados y del tumor inoculado. El desarrollo posterior de los experimentos comprobó que ese porcentaje también era válido si en lugar de una enfermedad se transplantaban a los ratones tejidos sanos (343) porque dependía del sistema inmune, que es diferente para cada especie y para cada tipo de enfermedad.

El antiguo método especulativo, decía Morgan, trataba la evolución como un fenómeno histórico; por el contrario, el método actual es experimental, lo cual significa que no se puede hablar científicamente de la evolución que hubo en el pasado. La evolución significa que los seres vivos que hoy existen descienden de los que hubo antes: "La evolución no es tanto un estudio de la historia del pasado como una investigación de lo que tiene lugar actualmente". El reduccionismo positivista tiene ese otro componente: también acaba con el pasado y, por si no fuera suficiente, también con el futuro, es decir, con todas las concepciones finalistas herederas de Kant: la ciencia tiene que abandonar las discusiones teleológicas dejándolas en manos de los metafísicos y filósofos; el finalismo cae fuera de la experimentación porque depende exclusivamente del razonamiento y de la metafísica (344). Como no hay historia, no es necesario indagar por el principio ni tampoco por el final. Paradógicamente la evolución es un presente continuo, el día a día.

Tampoco hay ya lucha por la existencia, dice Morgan: "La evolución toma un aspecto más pacífico. Los caracteres nuevos y ventajosos sobreviven incorporándose a la raza, mejorando ésta y abriendo el camino a nuevas oportunidades". Hay que insistir menos en la competencia, continúa Morgan, "que en la aparición de nuevos caracteres y de modificaciones de caracteres antiguos que se incorporan a la especie, pues de éstas depende la evolución de la descendencia". Pero no sólo habla Morgan de "nuevos caracteres" sino incluso de nuevos factores, es decir, de nuevos genes "que modifican caracteres", añadiendo que "sólo los caracteres que se heredan pueden formar parte del proceso evolutivo" (345).

Sorprendentemente esto es un reconocimiento casi abierto de la tesis de la heredabilidad de los caracteres adquiridos. En realidad, las investigaciones de Morgan confirmaban la tesis lamarckista, es decir, que al cambiar las condiciones ambientales, las moscas mutaban el color de sus ojos y transmitían esos caracteres a su descendencia. No hay acción directa del ambiente sobre el organismo; la influencia es indirecta, es decir, el mismo tabú que antes había frenado a Weismann.

En otro apartado Morgan vuelve a reconocer la herencia de lo adquirido. Hay casos -dice- en los que "queda demostrado que el ambiente actúa directamente sobre las células germinales por intermedio de agentes que, al penetrar en el cuerpo, alcanzan dichas células". Pone el ejemplo de las radiaciones. Las células germinales son especialmente sensibles a ellas; afectan más a los cromosomas que al citoplasma y causan esterilidad en los embriones. La debilidad y los defectos que provocan en los organismos pueden ser transmitidos a generaciones posteriores, aún por una progenie que aparentemente es casi o completamente normal. Pero este hecho evidente, advierte Morgan, no se puede emplear como prueba de la herencia lamarckiana: "No cabe duda que esos efectos nada tienen que ver con el problema de la herencia de los caracteres adquiridos, en el sentido que se le ha atribuido siempre a este término". ¿Por qué? Morgan no lo explica. Quizá la clave esté en ese enigmático "sentido" que "siempre" se le ha atribuido (¿quién?) a dicho término: bastaría, pues, atribuirle otro "sentido" distinto y ya estaría solucionada la cuestión. Pero Morgan ni siquiera se atreve a entrar en ese galimatías lingüístico. No obstante, se despacha a gusto con la herencia de los caracteres adquiridos: se trata de una superstición derivada de pueblos antiguos, teoría frágil y misteriosa, una pesadilla de lógica falsa sustentada en pruebas sin consistencia ninguna. Resulta desmoralizante -añade Morgan- perder tanto tiempo en refutar esta teoría que "goza del favor popular" y tiene un componente emotivo envuelto en un misterio. Precisamente el papel de la ciencia consiste en destruir las supersticiones perniciosas "sin tener en cuenta la atracción que puedan ejercer sobre los individuos no familiarizados con los métodos rigurosos exigidos por la ciencia" (346). Ningún científico apegado a los "métodos rigurosos de la ciencia" puede incurrir en tamaña superchería; eso sólo es propio de los advenedizos, aficionados y autodidactas, incapaces de comprender las maravillas de un método científico tan especial que está al alcance de muy pocos iluminados.

No es la única ocasión en la que Morgan se deja caer en el lamarckismo, al que critica implacablemente. También al tratar de explicar la "paradoja del desarrollo" expone una hipótesis que incurre en el mismo desliz. Morgan reconoce la existencia de la paradoja e, implícitamente, su contradicción con la teoría sintética. Para superarla habla de tres teorías que describe sucesivamente para encontrar las posibles explicaciones, que son -todas ellas- otras tantas versiones de la heredabilidad de los caracteres adquiridos. Según Morgan, de conformidad con el mendelismo, si todos los genes actúan en todos los momentos de la misma manera, no es posible explicar por qué en algunas células del embrión se desarrollan de un modo y otras de otro. Entonces expone la solución propuesta por Roux y Wiesmann: quizá no todos los genes entren en acción al mismo tiempo; a medida que el embrión pasa por las sucesivas fases de desarrollo diferentes baterías de genes se activan una después de la otra: "En las diferentes regiones del huevo tienen lugar reacciones distintas que comprenden diferentes baterías de genes. A medida que las regiones se diferencian, otros genes entran en actividad y otro cambio tiene lugar en el protoplasma, el cual ahora reaciona nuevamente sobre el complejo de genes. Este punto de vista -dice Morgan en una obra- presenta una posibilidad que debemos tener en consideración". Pero en otra posterior sostiene que esta teoría "no está de acuerdo con los resultados que se obtienen cambiando los planos de segmentación mediante la compresión". Finalmente esboza otra posible explicación de la paradoja: en lugar de suponer que todos los genes actúan siempre de la misma manera y de suponer que los genes entran en acción de manera sucesiva, cabe imaginar también que el funcionamiento de los genes "sufre un cambio como reacción a la naturaleza del protoplasma donde se encuentran". Otra versión posterior, más elaborada, del mismo Morgan es la siguiente: "El protoplasma de las diferentes partes del huevo es algo diferente, y [...] las diferencias se hacen más marcadas a medida que que se produce la segmentación debido al desplazamiento de los materiales. Del protoplasma derivan las sustancias para el crecimiento de la cromatina y para la elaboración de las preparadas por los genes. Puede suponerse que la diferencia inicial en las regiones protoplasmáticas afectan a la actividad de los genes, y éstos a su vez, actúan sobre el protoplasma, originándose así una serie de reaciones recíprocas. De ese modo podemos representarnos la elaboración y diferenciación graduales de las diversas regiones del embrión" (347). Esta hipótesis de Morgan sobre el desarrollo embrionario, claramente lamarckista, demostraba, además, que no se podía separar a la genética del

desarrollo y, por lo tanto, de las condiciones en las que se desarrollan los embriones. Es una hipótesis que resultó confirmada por experimentaciones posteriores: en las fases iniciales del huevo fecundado, el citoplasma circundante influye sobre la actividad de los genes nucleares. De ahí se desprende que los genes no regulan sino que son regulados.

Es bien cierto que desde su mismo origen la noción de herencia de los caracteres adquiridos es extraordinariamente confusa y que una de las estrategias implementadas para desacreditarla ha sido crear una mayor confusión, retorcerla periódicamente para que no quepa reconocer nunca las influencias ambientales. Un biólogo marxista español, Faustino Cordón, defendía el neodarwinismo de la forma siguiente: "En el organismo, bien resguardadas de influencias externas, se encuentran las células germinales sobre las cuales no pueden influir 'coherentemente' las modificaciones que experimente durante su vida el cuerpo del animal (esto es, los caracteres adquiridos no se heredan). Pero si es inconcebible, como de hecho lo es, que el organismo adulto, al irse modificando por su peripecia, moldee de modo coherente con ésta sus células embrionarias, hay que deducir, como conclusión incontrovertible, que el medio de una especie no ha podido ajustarlas a él moldeando directamente los cuerpos de los individuos adultos" (348). Es lo mismo que defienden los Medawar cuando escriben: "No es pertinente que la mutación pueda inducirse por un agente externo, sobre todo radiaciones ionizantes, como rayos X; esto no es pertinente porque no existe relación funcional o adaptante entre el carácter del mutante y la naturaleza del mutágeno que lo causó: las mutaciones no se originan en respuesta a las necesidades del organismo y tampoco, excepto por accidente, las satisfacen" (349). Por lo tanto, en un caso, se exige a la herencia de los caracteres adquiridos que el medio ejerza una influencia "coherente" y, en el otro, que sea "adaptativa", circunstancias ambas que nunca formaron parte de la teoría. Como proponía Morgan en este mismo asunto, siempre es posible definir los conceptos de manera tal que sea imposible reconocerlos bajo ninguna circunstancia, esto es, un juego con las cartas marcadas de antemano. Lo que la teoría siempre sostuvo es que el medio ejerce una influencia directa e indirecta sobre el cuerpo y, por tanto, sobre el genoma como parte integrante del cuerpo, así como que dicha influencia se transmite hereditariamente.

Este argumento de los mendelistas tiene varios aspectos subyacentes que conviene realzar explícitamente. Así, por ejemplo, no tiene un carácter general en cuanto que, a efectos inmunitarios, las influencias ambientales son adaptativas: cada patógeno induce la formación de un anticuerpo específico. Pero quizá lo más importante es que lo que la crítica pretende es separar artificialmente el lamarckismo del darwinismo de tal manera que al introducir los factores ambientales y la herencia de los caracteres adquiridos queda excluida la selección natural. No hay ningún argumento para pensar que eso pueda suceder de esa manera y, desde luego, Darwin se fundamentó en todo lo contrario al combinar ambos aspectos. Efectivamente es cierto que las influencias ambientales, como cualquier otra clase de mutaciones, no desarrollan adaptaciones perfectas de manera mecánica. Lo único que explican es la variabilidad; la adaptación o inadaptación es obra, según Darwin, del uso y desuso y de la selección natural. Para que haya selección antes tiene que haber una diversidad entre la cual poder elegir. Al negar la influencia de los factores ambientales la teoría sintética negaba la unidad del organismo con el medio y al exigir adaptación niega la contradicción entre ambos. Lo que la biología tiene demostrado es que cada ser vivo forma una unidad con su habitat, lo cual no excluye, al mismo tiempo, la contradicción entre ambos. Sólo en las teorías creacionistas la adaptación aparece instantáneamente como algo ya dado. En cualquier teoría de la evolución la adaptación es un proceso dilatado en el tiempo.

El francés Maurice Caullery es otro exponente del doble rasero con el que los mendelistas abordan la herencia de los caracteres adquiridos, tanto más significativa en cuanto que Caullery se inició en las filas del lamarckismo. El biólogo francés se enfrenta al problema de explicar las enfermedades hereditarias, un ejemplo de que se hereda tanto el plasma como el cuerpo, en este caso las patologías corporales. Sostiene lo siguiente: "Todo lo que pasa de una generación a la siguiente no dimana de la herencia propiamente dicha. Algunas enfermedades, que son seguramente transmisibles, son a menudo falsamente llamadas hereditarias, como la sífilis hereditaria. Se trata,

en realidad, de una contaminación del germen por un agente infeccioso, independiente del organismo mismo. Todos los hechos de ese orden no entran en el cuadro de la herencia, incluso cuando se presentan con una generalidad y una constancia perfectas". El argumento no puede ser más sorprendente: las enfermedades hereditarias no son hereditarias porque no se transmite un plasma auténtico sino un plasma contaminado. Pasemos por alto la validez de este argumento. Caullery lo lleva más allá e incluye dentro de ese plasma contaminado a toda la herencia citoplasmática, de la que llega incluso a poner en duda su existencia. También haremos la vista gorda ante esta segunda afirmación y, por tanto, supondremos que si las patologías no valen como ejemplo de herencia de los caracteres adquiridos tampoco valen como ejemplo de herencia mendeliana. Sería la única tesis coherente que podríamos esperar... Pero no es así porque Caullery acaba de la siguiente manera: "Los hechos que en el hombre revelan más claramente la herencia mendeliana son los de orden patológico, relativos a la transmisión de bastantes enfermedades constitucionales, o de malformaciones" (350). Las enfermedades valen para el mendelismo pero no valen para el lamarckismo. Con tales trucos parece natural que no haya ninguna forma de demostrar la herencia de los caracteres adquiridos.

Tenía razón Caullery en esconder la cabeza bajo el ala porque las enfermedades adquiridas ponen al desnudo una de las falacias del mendelismo: se transmiten de la madre a los hijos durante el embarazo (a través de la placenta), durante el parto (ruptura de la placenta) o después del parto (a través de la lactancia). Era algo muy evidente desde el siglo XIX, antes de que el mdelismo fuera "redescubierto". En cuanto al ejemplo que pone Caullery, la sífilis infantil, a partir de 1861 Hutchinson y luego Fournier demostraron la heredabilidad de la sífilis. La causa de esta patología es la bacteria *Treponema pallidum*. Al incorporarse al torrente sanguíneo de la embarazada, el *Treponema pallidum* alcanza al embrión a través de la placenta. Entre el 40 y el 70 por ciento de estos embarazos traen al mundo a un neonato con graves problemas físicos y mentales como resultado de la infección y alrededor del 25 por ciento de estos embarazos acaban en aborto o muerte fetal (351). En la actualidad la enfermedad hereditaria más conocida es el SIDA, cuyo porcentaje de transmisión es del 30 por ciento, lo que en 2005 dio lugar a casi 700.000 casos (352).

La genética formalista siguió implacable a la caza de Lamarck y los restos que quedaban de las tesis ambientalistas. El 7 de agosto de 1926 Gladwyn K. Noble publicó en la revista *Nature* un informe denunciando que los experimentos realizados por el biólogo austriaco Paul Kammerer con salamandras y sapos parteros para demostrar la influencia sobre ellos del cambio de medio, eran fraudulentos. El suicidio de Kammerer pocas semanas después ejemplificaba la suerte futura de este tipo de teorías. Cuando llegó al Instituto de Biología Experimental de Viena, fundado por Hans Przibram en 1903 Kammerer era un joven especialista en reptiles y anfibios. Según él mismo confirmó después, entonces se hallaba bajo la influencia de Weismann y el mendelismo, una influencia que nunca abandonó, aunque sus experimentos le llevaron hacia el lamarckismo, tratando de encontrar una síntesis entre ambas corrientes de la biología.

El primer experimento que llevó a Kammerer a la celebridad, publicado en 1906, se realizó con la *Salamandra maculosa*, a la que obligó a reproducirse en un clima frío y seco, donde comenzó a parir crías en forma vivípera de igual forma que su pariente alpina, la *Salamandra atra*. El efecto inverso se obtuvo también, obligando a la *Salamandra atra* a reproducirse en el agua. Ambos efectos fueron heredados hasta cierto punto por la segunda generación. Otro experimento más sorprendente consistió en criar a la *Salamandra maculusa* en un ambiente en el que predominaba el color amarillo, logrando que las pequeñas manchas amarillas de su piel se ampliaran hasta convertirse en bandas anchas del mismo color. De igual forma, cuando se desarrollaba en un ambiente de color negro, las manchas disminuían de tamaño y los animales adoptaban un color predominantemente negro. Ambos efectos se intensificaron durante varias generaciones apareciendo, pues, como heredados. Los experimentos de cría demostraron que la variedad amarilla artificial no se reproducía, aunque se produjo un híbrido amarillo. Al trasplantar los ovarios de una variedad amarilla natural en hembras normales el carácter se reprodujo, aunque cuando se repitió la misma técnica con individuos de color amarillo hubo una fuerte tendencia hacia la regresión.

La coloración de la piel y su semejanza con la del medio más inmediato es uno de los ejemplos favoritos de los lamarckistas, por lo que los experimentos de Kammerer tuvieron arraigo y sirvieron a una polémica presidida por un mecanicismo ingenuo y muy envejecida por el progreso científico actual, pero que es necesario recordar para reconstruir la historia de la biología sobre sus propios fundamentos. Aunque no tienen mucha relación con los postulados de su mentor, los lamarckistas han llevado a cabo experimentos en diversas especies, especialmente insectos, para demostrar que la coloración de su piel es adquirida y que se trata de una influencia adaptativa del medio. No sólo sucede con los camaleones. Así, existe una correlación entre el color de los piojos y el de las plumas de las aves que colonizan, lo cual les sirve para enmascararse. El cisne, por ejemplo, alberga en sus alas piojos de color claro, mientras que en la cabeza y el cuello se albergan piojos oscuros: no necesitan ocultarse porque no les alcanza el pico de su anfitrión (353). Otro ejemplo: en 2006 encontraron una mutación en la secuencia MC1R del ADN de una población de ratones de playa (*Polionotus peromyscus*) que altera el color de su pelaje que asemeja al color de la arena donde viven (354). Pero quizá el supuesto de estas características más conocido es el del melanismo industrial, es decir, el oscurecimiento en la piel de las polillas (*Biston betularia*) causado por la contaminación ambiental. Es otro de esos caballos de batalla del lamarckismo, uno de los mejor documentados, habiéndose desplegado múltiples contreversias al respecto. En 1925 J.W.Heslop Harrison sostuvo que era posible provocar el melanismo en las polillas suministrándoles una nutrición contaminada con plomo. Según el lamarckismo de comienzos del siglo XX la coloración oscura que adquieren las polillas que habitan en las comarcas industriales contaminadas se transmite hereditariamente. Antes de 1848 las polillas oscuras constituían menos del dos por ciento de la población. A causa del hollín de las fábricas, los abedules en los que se posaban las polillas oscurecieron. La población de polillas también cambió de una mayoría de color claro a una mayoría de color oscuro. Para 1898 el 95 por ciento de las polillas en Manchester y otras zonas altamente industrializadas eran de la forma oscura. Ese porcentaje era mucho más reducido en las áreas rurales. Lo que no se suele poner de manifiesto es que en este caso el defensor de la tesis lamarckista no fue otro que Darwin, quien dedicó a la defensa de su criterio un esfuerzo significativo que, además, tiene un sesgo claramente finalista. Pero aún más significativo es el hecho de que Darwin le da a su explicación lamarckista un carácter muy general que merece la pena recordar: “Cuando en los animales de todas las especies la coloración ha experimentado modificaciones con un fin especial, estas modificaciones, en cuanto nos es dable juzgar, han tenido por objeto ora la protección de los individuos, ora la atracción entre los individuos de sexos opuestos” (355).

En otro experimento similar Kammerer también consiguió que el sapo partero *Alytes obstetricans* se apareara bajo condiciones de humedad artificial. Dado que normalmente la especie procrea en terreno seco, los machos han perdido las almohadillas en los miembros anteriores que los sapos normales utilizan para sujetar a la hembra mientras se aparean en el agua. Después de varias generaciones de aparearse en el agua, los ejemplares de Kammerer adquirieron ventosas que se transmitían por herencia. Era un ejemplo de la adquisición de un carácter como consecuencia del uso. No obstante, dado que ese carácter es habitual en las demás especies de sapos, podía tratarse simplemente de un atavismo o la regresión de un carácter ancestral que había sido eclipsado por la evolución reciente de esa especie particular. Eso explicaría, según Kammerer, que ese nuevo carácter no fuese, en realidad, nuevo, por lo que la síntesis entre el lamarckismo y el mendelismo parecía posible: los caracteres adquiridos no sólo se transmiten sino que al mezclarse con los caracteres innatos siguen las leyes de Mendel. Por lo tanto, el carácter adquirido tiene la posibilidad de producirse en forma pura y en un determinado porcentaje de la mezcla de caracteres, y así es preservado. En otras palabras, como dice Bowler, el mendelismo permitía al lamarckista afirmar que no todos los individuos adquirirían ese nuevo carácter (356). Kammerer siempre creyó en la validez del mendelismo e intentó demostrar que los dos enfoques eran compatibles. Creía que la herencia se producía normalmente a través de unidades de carácter pero nunca tuvo mucho éxito en su intento de demostrar que esas unidades, podían formarse por vías denominadas lamarckistas.

Kammerer fue arrojado al basurero de la historia; su sitio no está en la biología sino en la literatura de ficción, en la novela detectivesca (357). Ciertas historias de la ciencia tienen una pintoresca manera de tratar los fraudes, tan amnésicas con Teilhard de Chardin o Mendel como implacables con Kammerer. En unos casos hay tantas dudas como certezas en el otro. Indudablemente los fósiles de Piltdown o los guisantes tienen propiedades biológicas de las que carecen los sapos parteros. Por ello los sacerdotes católicos tenían bula pontificia para sus artimañas, mientras que el supuesto fraude de Kammerer pareció cometido por el mismísimo Lamarck en persona. Pero un fraude no se compensa con otro (al menos en la ciencia) y en los libros de texto las menciones a los mismos deberían ir acompañadas de unas buenas comillas tipográficas porque en 2009, volviendo a mostrar su más implacable rostro, la historia empezó a sacar a Kammerer del pozo negro en el que le habían introducido. La revista *Journal of Experimental Zoology* publicó un artículo del investigador chileno Alexander Vargas en el que afirmaba que los experimentos del austriaco no sólo no eran un fraude sino que tenemos que considerar a Kammerer como el fundador de la epigenética (358). Nada de esto es, en realidad, novedoso porque poco después del suicidio de Kammerer ya se descubrió un especimen silvestre de sapo partero con almohadillas nupciales, lo que demostraba que los sapos parteros tenían el potencial para desarrollarlas. Kammerer y los lamarckistas tenían razón, pero la razón tuvo que volver a esperar 80 años y nunca podrá recuperar al científico austriaco de su amargo final; deberá conformarse con reivindicar su memoria. Era un anticipo de lo que le esperaba a Lysenko. Al fin y al cabo Kammerer era socialista y se aprestaba a instalarse en la URSS cuando se pegó un tiro en la cabeza. A pesar de la denuncia de Noble, en la URSS siempre tuvieron en alta estima sus investigaciones e incluso se rodó una película hagiográfica.

Kammerer no era el único lamarckista; en aquella época, cuando Estados Unidos no había logrado aún la hegemonía ideológica que obtuvo en 1945, era bastante frecuente encontrar biólogos que realizaron ensayos parecidos. A partir de 1920 el británico MacDougall inició un concienzudo experimento que duró nada menos que 17 años con ratones albinos para demostrar la heredabilidad de una conducta aprendida. MacDougall adiestró 44 generaciones de ratones para que lograran salir de una fuente rectangular llena de agua con dos rampas laterales simétricas, una de las cuales estaba fuertemente iluminada y conectada a un circuito eléctrico que lanzaba una descarga al ratón que pretediera escapar por ella. Sometía a cada animal a seis inmersiones diarias a partir de su cuarta semana de vida, cesando la operación cuando el ratón demostraba haber averiguado la ruta de salida, diferenciando de entre las dos rampas, aquella que le permitía huir sin recibir una luz cegadora ni una fuerte descarga eléctrica. La prueba terminaba cuando salía 12 veces sin vacilar por la rampa inocua. El número de errores se tomaba como medida del grado de aprendizaje adquirido y a partir del recuento MacDougall obtenía un promedio generacional con las sucesivas estirpes. Para evitar los efectos de la selección natural tomó la precaución de utilizar en cada generación a la mitad que había demostrado mayor torpeza; también eligió otros ratones al azar para el mismo experimento y utilizó a algunos de ellos como "testigos neutrales" y cruzó ratones ya adiestrados con otros "testigos" para evitar cualquier posibilidad de intervención de factores ajenos al aprendizaje. Los resultados fueron bastante claros: el promedio de errores descendía (aunque no de manera uniforme), pasando de 144 en la primera generación a 9 en la última. La conclusión de MacDougall es que el aprendizaje se había convertido en hereditario (359).

Morgan criticó los resultados de MacDougall, con los argumentos demagógicos que acostumbraba. Naturalmente este tipo de experimentos suscitan dudas; nunca son concluyentes no sólo porque cambian las condiciones del experimento, sino la estadística, la manera de deducir los resultados cuantitativos, se presta a la desconfianza. Existen demasiados "medios" interpuestos, demasiados factores que no siempre se tienen en cuenta, etc. Se han intentado repetir, aunque nunca de una manera tan exahustiva, y los resultados no son coincidentes.

Stockard fue otro de aquellos investigadores obsesionados por demostrar la tesis de la herencia de los caracteres adquiridos con experimentos de laboratorio. Hizo inhalar vapores etílicos a sus cobayas durante seis años, sucediéndose varias generaciones en las que observó taras hereditarias, especialmente en los ojos e incluso en los cromosomas (360).

El catedrático de zoología de la Sorbona, Frédéric Houssay, sometió a gallinas a una dieta de carne; en varias generaciones sucesivas observó que disminuía el tamaño del hígado y la molleja, pero a partir de la sexta generación las gallinas morían o quedaban estériles...

El azar considerado como una de las bellas artes

En la época de Morgan el darwinismo se batía en retirada. El mismo Morgan era antidarwinista. Buena parte de la oposición a Darwin no estaba enfrentada a la evolución misma sino a la selección natural, de modo que cuando Weismann puso a ésta en el centro de su teoría y la identificó con Darwin, la oposición a Weismann se asoció con la oposición al darwinismo, sumiendo a éste en una profunda pero fructífera crisis. El darwinismo se convirtió en ideología dominante cuando dejó de ser el pensamiento de Darwin. La propia situación de crisis del darwinismo favoreció que una corriente minoritaria, el mendelismo, se apropiara de algunas de sus señas de identidad. Ni Mendel, ni Weismann, ni Morgan tenían una teoría propia de la evolución pero las evidencias eran lo suficientemente fuertes como para forzar al mendelismo a intentar una conciliación de sus leyes con la evolución. Esa fue la aportación de De Vries, la teoría de las mutaciones que, habitualmente, se presenta con la muletilla de “mutaciones al azar”, la esencia misma de la teoría sintética y el neodarwinismo.

Del azar cabe decir lo mismo que del alma y demás conceptos teológicos introducidos en la biología sin mayores explicaciones por la puerta trasera, cambiando su nombre para que parezcan algo diferente de lo que son en realidad. El azar es objeto de un debate secular a lo largo de la historia del pensamiento científico, pero el positivismo quiere -pero no puede- permanecer al margen de cualquier tipo de polémicas, por lo que recurre a una noción vulgar del azar y, a su vez, la vulgaridad conduce al tópico: el azar es la casualidad o el accidente. En la antigüedad clásica su presencia se imputaba a la intervención en los fenómenos naturales de entes inmateriales o sobrenaturales que desviaban el curso esperado de los acontecimientos. Las situaciones indecisas se resolvían echándolo a suertes, es decir, por sorteo. Era una forma de que los dioses decidieran donde los humanos no eran capaces. Así eludimos nuestra propia responsabilidad por las decisiones erróneas que adoptamos: hemos tenido mala suerte. No hemos previsto todas las consecuencias posibles que se pueden derivar de nuestros actos y a ese resultado le llamamos azar. A causa de ello, en nuestra vida nos ayudamos de amuletos que nos traen buena suerte. Los espíritus deciden las situaciones inciertas haciendo que la suerte sonría a los más fieles, aquellos que rezan o pasean en romería imágenes sagradas para que llueva y las cosechas sean abundantes. Las causas inexplicables se atribuyeron primero a la fortuna, que era una diosa, y luego al azar.

El azar no ha logrado desembarazarse de una barrera mística que desde los albores del pensamiento científico ha separado el cosmos del caos, afirmando uno para rechazar al otro. A pesar de tres siglos de progreso del cálculo de probabilidades y la estadística hay quien se sigue preguntando si el azar existe o si, por el contrario, dios no juega a los dados. Las ciencias están trufadas de conceptos de origen oscuro, especialmente teológico. Muchos de ellos fueron abandonados y otros, como el de “impulso” en física o “afinidad” en química, han logrado sobrevivir porque responden a fenómenos empíricos contrastados y han sido definidos de manera crecientemente precisa. Así, la noción de afinidad química también fue discutida porque parecía introducir en la naturaleza un componente antropomórfico: los elementos se atraían o repudiaban lo mismo que las personas. Se observaba el fenómeno pero no existía una expresión lo suficientemente precisa para explicar cabalmente las razones de ello, así que también se plantearon numerosas discusiones al respecto. Posiblemente sea aún más incorrecto que la inmunología utilice la expresión “memoria” o que Dawkins hable de genes egoístas y altruistas, pero su uso no levanta tantas ampollas.

La comprensión del azar también ha estado interferida por la eterna cuestión del libre albedrío, de la libertad humana, un aspecto en el que la vulgaridad mendelista conduce a una no menos vulgar noción de la libertad humana: sólo hay libertad donde hay azar. Por el contrario, donde impera el determinismo no hay lugar para la libertad. La libertad, como el azar, es lo contrario del

determinismo. El azar está en las antípodas de la causalidad y las leyes que regulan los fenómenos. La libertad es la posibilidad de elegir, la capacidad de optar entre varias posibilidades diferentes, concebida de forma omnímoda, es decir, no condicionada por nada ajeno a ella misma. De nuevo, la metafísica positivista introduce barreras dicotómicas donde no las hay. A diferencia de las naturales, las ciencias sociales se consideran menos científicas porque sobre ellas influye la libertad de los hombres, cuya conducta se vuelve imprevisible. La palabra estadística deriva de Estado, tiene que ver con la política y en Gran Bretaña se denominó como "aritmética política". El azar siempre pareció cosa de las ciencias sociales que, a causa de ello, sólo de una manera figurada cabía calificar de verdaderamente científicas. Por el contrario, la causalidad expresa el señorío de las ciencias de la naturaleza, que son más fiables, más perfectas, que las de la sociedad, por lo que nada más fácil que extender sus leyes al hombre y a la historia.

Aisladas entre sí, incluso las mismas ciencias naturales parecen esquizofrénicas; las hay absolutamente deterministas, como la astrofísica ("mecánica celeste"), y las hay absolutamente estocásticas, como la mecánica cuántica. La humanidad se siente aliviada gracias a que la mecánica cuántica ha demostrado que en el universo de las partículas subatómicas los fenómenos son casuales, no causales. Parece que necesitamos ese tipo de declaraciones científicas para reconocernos como seres libres, así que había que profundizar en esa vía, llevarla hasta el ridículo. De la mecánica cuántica dedujeron que todo el universo se rige por el azar, que todos los fenómenos son estadísticos, impredecibles, caóticos, que no se rigen por ninguna ley. "El físico es como el jugador que se dispone a apostar", decía Poincaré. El universo es como un juego de azar: todos los fenómenos, como una partida de naipes, tienen un desenlace incierto. A partir de fenómenos singulares y teorías locales, extrapolan concepciones generales, imprecisas, a las que otorgan un carácter absoluto.

La contradicción (y por lo tanto la unidad) entre el determinismo y la libertad humana ya fue magistralmente expuesta por Espinosa. Según el filósofo holandés, los hombres somos conscientes de los fines que nos mueven a actuar, pero no de las causas de esa misma actividad. Por eso nos forjamos una libertad ilusoria y falsa: "Los hombres creen ser libres sólo a causa de que son conscientes de sus acciones e ignorantes de las causas que las determinan". No obra libremente quien actúa al margen de las causas que impulsan su conducta sino con plena conciencia de ellas. Lo mismo que el azar, la libertad está unida a la necesidad, no es algo diferente de ella sino la conciencia de esa misma necesidad (361). La batalla antifinalista emprendida por la teoría sintética confunde a los molinos de viento con los gigantes imaginarios: no existe ese muro entre las causas eficientes y las finales.

Por supuesto el marxismo es la negación misma de la libertad, como corresponde una ideología dogmática, fundada sobre certezas. Huxley sostuvo la tesis de que la genética soviética había repudiado el mendelismo porque el marxismo, a su vez, como doctrina dogmática, repudia el azar:

> Es posible que detrás del pensamiento de los dirigentes políticos e ideológicos de la U.R.S.S. exista el sentimiento de que no hay lugar para el azar o para la indeterminación en la ideología marxista en general ni, en particular, en la ciencia, tal como la concibe el materialismo dialéctico, el sentimiento de que en un sistema que pretende la certeza no hay lugar para la probabilidad o el accidente.
>
> No se si esa es o no la respuesta correcta. Para descubrir las razones fundamentales del ataque a la teoría de las probabilidades, sería necesario leer, digerir y analizar todo lo que ha sido publicado en Rusia sobre el tema, y aunque valdría la pena hacerlo, debo dejarlo para otros (362).

Efectivamente, el biólogo británico no tenía ni la más remota idea de lo que estaba hablando, pero no por eso guardó silencio, como corresponde a cualquier persona que es consciente de su falta de información, máxime si se trata de un científico. Pero cuando se alude a la URSS la ignorancia importa menos, de manera que la pretensión de Huxley de extender la crítica al mendelismo al

cálculo de probabilidades, es una auténtica aberración que pone al desnudo su falta de honestidad intelectual. Entre otros datos, Huxley ignoraba que la primera obra de Marx en defensa de la teoría del "clinamen" de los átomos de Epicuro no es, en definitiva, más que una crítica del estricto determinismo de Demócrito y, por consiguiente, una defensa del papel del azar (363). Ignoraba también que el azar fue introducido en 1933 en la matemática moderna por el soviético Kolmogorov, junto con Jinchin autor de los manuales más importantes de esta disciplina en el siglo pasado (364). Sin desarrollar la estadística, la econometría y el cálculo de probabilidades, la planificación socialista no hubiera sido posible, ni tampoco fabricar cohetes balísticos intercontinentales o satélites espaciales.

Las mutaciones al azar están en la médula de la teoría sintética pero nada tienen que ver con Darwin. Este es otro de esos aspectos en los que los neodarwinistas son antidarwinistas. De nuevo la reconstrucción del pensamiento de Darwin sobre su propio pedestal revela muchas sorpresas porque él dejó bien claro su punto de vista precisamente en el momento mismo de iniciar el capítulo de "El origen de las especies" titulado "Leyes de la variación":

> Hasta aquí he hablado a veces como si las variaciones -tan comunes y multiformes en los seres orgánicos en domesticidad, y en menor grado en los que viven en estado de naturaleza- fuesen debidas a la casualidad. Esto, por supuesto, es una expresión completamente incorrecta, pero sirve para reconocer llanamente nuestra ignorancia de la causa de cada variación particular. Algunos autores creen que producir diferencias individuales o variaciones ligeras de estructura es tan función del aparato reproductor como hacer al hijo semejante a sus padres. Pero el hecho de que las variaciones y monstruosidades ocurran con mucha más frecuencia en domesticidad que en estado natural, y de que se de mayor variabilidad en las especies de áreas extensas que en las de áreas restringidas, llevan a la conclusión de que la variabilidad está generalmente relacionada con las condiciones de vida a que ha estado sometida cada especie durante varias generaciones sucesivas (365).

Darwin es tan finalista (o tan poco finalista) como Lamarck, por lo menos. Como la mayor parte de los biólogos de la época, se apoyó en Von Baer y la teoría de la recapitulación (que tiene su origen en Lamarck) porque es quien "ha dado la mejor definición que se conoce del adelanto o progreso en la escala orgánica, diciendo que descansa sobre la importancia de la diferenciación y la especialización de las distintas partes de un ser". El naturalista británico utilizó la expresión vertebrados "superiores" e "inferiores", sostuvo que existe progreso en la evolución, que se realiza mediante "pasos lentos e ininterrumpidos" y, sobre todo, insistió en que el progreso consiste en la complejidad (diferenciación y especialización) y, por fin, que "el punto culminante lo tiene el reino vertebrado en el hombre". Eso no significa -continúa Darwin- que los seres más evolucionados reemplacen a los predecesores o que estén en mejores condiciones que éstos para sobrevivir: "Debemos guardarnos mucho de considerar a los miembros ahora existentes de un grupo de organismos inferiores como si fueran los representantes perfectos de sus antiguos predecesores" (366).

El determinismo "ciego" es una expresión ajena a Darwin pero no a Lamarck, quien considera que la naturaleza tiene un poder limitado y ciego que no tiene intención, ni voluntad ni objetivos (367). De nuevo la historia de la biología aparece completamente distorsionada en este punto, como en tantos otros. La polémica finalista se presta a la manipulación y el antilamarckismo fácil. Pero el azar de los mutacionistas no sólo es ciego sino sordo. No quiere saber por qué, cómo, dónde ni cuándo se producen esas mutaciones. Además de no saber sus causas (si es que tiene causas) tampoco saben sus consecuencias (son imprevisibles). Lo único que pueden decir es que no tienen relación con el medio externo: son un "puro accidente químico" (368). La evolución marcha sin rumbo... En antifinalismo, en fin, reaparece en la biología por varias esquinas distintas e infecta a la teoría sintética en la paleontología conduce a que ahí se empleen también caricaturas grotescas para ridiculizar a Lamarck, como en el caso de "La especie elegida", el éxito editorial de ventas de

Arsuaga y Martínez, dos de los investigadores de Atapuerca (369).

Es cierto que, por influencia de Aristóteles, la evolución se interpretó no sólo de una manera direccional sino, además, en una dirección lineal, continuamente ascendente. Este hecho favoreció determinadas interpretaciones místicas o simplmente antropomórficas, que se han dedicado a extrapolar el fenómeno, provocando la reacción mendelista en el sentido opuesto. Pero esta reacción mendelista les ha sumido en una inconsistencia interna, ya que contrastaba poderosamente con otros dos componentes de su teoría sintética:

a) el determinismo estricto que se otorgó al plasma germinal en la configuración del cuerpo
b) la teoría de la copia perfecta (error de copia o de transcripción del ADN)

¿Por qué el mendelismo es determinista a unos efectos y recurre al azar a otros? Como suele suceder, no obtenemos ninguna clase de explicaciones. Es un completo absurdo científico que conduce al túnel del tiempo, al pensamiento medieval. Este retroceso tiene su origen en un error: el de considerar que en la naturaleza el error es aquel fenómeno que aparece con una frecuencia baja mientras que lo "normal", la "copia perfecta", emerge habitualmente. Como las copias perfectas repiten seres idénticos, lo que explica la variabilidad es el error y, por consiguiente, el error es también el motor de la evolución: "La evolución tiene su origen en el error" (370). Si no hubiera errores tampoco habría evolución, que es como un error en cadena. Las mutaciones son errores de duplicación. En las especies que se reproducen sexualmente, la variabilidad es posible por la combinación genética, pero no en la reproducción vegetativa. Los errores "ocasionales", dice Orgel, son la única fuente de variedad en bacterias: "Si no hubiese errores, cada microrganismo produciría descendientes con una secuencia de DNA inalterada, y, por lo tanto, con un potencial genético inalterado; las familias derivadas de un único progenitor permenecerían exactamente iguales a éste, generación tras generación" (371). Por consiguiente, el tránsito de las bacterias a los seres pluricelulares tuvo su origen en algún tipo singular de error que ignoramos.

Edgar Morin ha resumido con más claridad que nadie la naturaleza antievolucionista de este "error" de la teoría de las mutaciones. De las tesis de Weismann, que supone válidas, el filósofo francés concluye que la vida no quiere evolucionar y no evoluciona por ella misma porque no tiene mecanismo evolutivo propio: "Es muy difícil de entender que los triunfos evolutivos no sean otra cosa que errores", asegura Morin, a quien se le olvida añadir que esa dificultad sólo aparece en el mendelismo y en la necesidad que esta teoría tiene de recurrir a un apaño mutacionista. Luego, de la teoría de la copia perfecta Morin deduce que la probabilidad de reproducción idéntica está muy próxima a la unidad; entonces la mutación es una anomalía muy infrecuente y por ello Morin reproduce la batería de tópicos usuales: error, ruido, accidente, azar, fortuna. El ruido es una perturbación, crea desorganización o degradación del mensaje original, pero es, a la vez, ambiguo, relativo y, por lo tanto, "creativo" (372).

Ahora bien, si la evolución tiene su origen en el error, lo "normal" es precisamente el error y lo extraordinario sería conocer un caso en el cual la reproducción lograra obtener una "copia perfecta" del original, una criatura idéntica a su progenitor. Cualquier manual de pasatiempos matemáticos está repleto de ese tipo de paradojas acerca de lo que concebimos como "normal" o "excepcional", lo que podemos extender a todas aquellas expresiones ligadas a lo contingente: fortuito, afortunado (desafortunado), coincidencia, casualidad, accidente, suerte, etc. Los discursos en torno a estas cuestiones conducen, además, a una tautología: lo infrecuente es aleatorio y lo aleatorio es infrecuente. La versión extrema de ese tipo de planteamientos son los "casos únicos", los realmente insólitos, aquellos que sólo han aparecido una vez. Es una concepción estética del azar que, por supuesto, nada tiene que ver con la ciencia. No hay nada más irrepetible que una obra de arte, el refugio de lo exclusivo y lo inimitable, por contraste con el repudio que provoca lo rutinario y lo monótono, aquello que se repite. La concepción absoluta del azar, como la que expone Monod, no es más que una concepción decorativa trasladada a la genética. Como bien saben los que han tratado de realizar una tarea de manera aleatoria, libérrima, el azar "puro" es tan inimitable como la obra de arte.

Esta concepción es una deserción de la ciencia, la negación misma de la posibilidad de la experimentación científica, de la capacidad para reproducir una y otra vez los mismos fenómenos, en la naturaleza y en el laboratorio. No conozco ningún mendelista que, después de acudir al azar como pócima milagrosa para justificar toda clase de desaguisados, haya definido lo que entiende por tal (373). Como ha escrito Israel, "no existen fenómenos aleatorios por naturaleza porque los fenómenos físicos se rigen por el principio de razón suficiente" (374). Añado por mi parte que lo mismo sucede en los fenómenos biológicos. Las mutaciones no explican nada, como tampoco nada habían explicado el diluvio universal de la Biblia o los cataclismos de Cuvier cien años antes. La biodiversidad se explicaba por las mutaciones pero las mutaciones carecen de explicación porque en la teoría sintética hablar del azar es hablar de la nada (y de todo al mismo tiempo).

En la literatura neodarwinista el azar desempeña el papel del nóumeno kantiano, lo incognoscible, el reducto en el que la ciencia jamás podrá penetrar. A partir del siglo XVII, como en tantos otros fenómenos, el avance del conocimiento humano demostró que no hay nada místico ni incognoscible. Nació el cálculo de probabilidades, cuyo desarrollo constata que no existe una muralla infranqueable entre los fenómenos deterministas y los aleatorios, que no hay fenómenos absolutamente causales, por un lado, ni fenómenos absolutamente fortuitos, por el otro: "Un fenómeno absolutamente casual significaría algo no necesario, algo sin fundamento, en cualquier tipo de relación. Sin embargo, esto destruiría el determinismo, la unidad material del mundo. Reconocer la casualidad absoluta significa reconocer la existencia de milagros, por cuanto éstos, precisamente, son fenómenos que no obedecen a causas naturales" (371). El azar absoluto (esencial lo llama Monod) es idéntico al determinismo absoluto; el destino fatal. Más bien al contrario, el azar se manifiesta conforme a determinadas leyes que no son, en esencia, diferentes de las que rigen los fenómenos causales hasta el punto de que se puede calcular la probabilidad de que determinados acontecimientos casuales se produzcan.

Como cualquier otra disciplina científica, el cálculo de probabilidades nace de la práctica como una ciencia aplicada para resolver problemas muy concretos sobre contratos mercantiles de aseguramiento. Lo seguro nace de lo inseguro. En su origen fue una curiosidad que entraba en la matemática como una disciplina menor que tomó los juegos de azar como campo de pruebas. Para fijar las primas en los seguros de vida las empresas elaboraron complejas tablas de defunción cada vez más precisas y detalladas, es decir, que el cálculo se basaba en una previa experiencia práctica real. El azar no es, pues, un problema de información porque el volumen de ésta es relativa: tanto da hablar de información como de falta de información. No hay nada de lo que no sepamos nada; tampoco de lo que lo sepamos todo. Cuando se dice que el azar es una medida de nuestra ignorancia, también se podría expresar lo mismo diciendo que el azar es una medida de nuestro conocimiento. ¿Está la botella medio llena o medio vacía? Por otro lado, aunque conociéramos la mayor parte de los parámetros de la realidad, no podríamos operar con ellos, especialmente en biología porque la materia viva responde a leyes más complejas que la inerte; en cada fenómeno confluyen muchas causas, algunas de ellas de tipo subjetivo y totalmente impredecibles. Por eso cualquier modelo teórico constituye una simplificación deliberada de la realidad concreta que, o bien implica una pérdida de información, o bien introduce hipótesis irreales (el punto adimensional de masa finita sobre el que se apoya la mecánica clásica) o, en definitiva, la sustitución de unos supuestos de hecho por otros más sencillos o más manejables (376).

La información acerca de una determinada parcela de la realidad es siempre progresivamente creciente. De esta manera los fenómenos meteorológicos, antes imputados al azar, se conocen mejor porque los condicionantes que tienen relación con las radiaciones solares, la presión atmosférica, la lluvia, la temperatura, los vientos, etc., están más definidos y porque hay más información acerca de su desenvolvimiento. Si el azar dependiera de nuestro conocimiento, la tendencia general sería a disminuir la aplicación del cálculo de probabilidades. A pesar de ello, los modelos probabilísticos se aplican cada vez con mayor frecuencia a fenómenos de lo más diverso, incluidos aquellos considerados generalmente como de tipo determinista. De este modo la estadística se ha convertido en una gran coartada ideológica, en panestadística, pasando algunos a sostener que todo en la

naturaleza es estadístico, aleatorio. La generalización del cálculo de probabilidades demuestra, por un lado, el enorme grado de abstracción que ha alcanzado y, por el otro, que los denominados fenómenos aleatorios no son sustancialmente diferentes de los deterministas. Por consiguiente, si bien es cierto que todo en la naturaleza es estadístico, también es igualmente cierto que todo en la naturaleza es, al mismo tiempo, necesario.

La imagen distorsionada del azar proviene de la ilusión de pretender alcanzar un conocimiento exhaustivo de los fenómenos, de todos los factores que conducen a la producción de un determinado evento, lo cual no es posible ni tampoco necesario. La ciencia no avanza por impulsos teóricos sino prácticos. Sus pretensiones tampoco son teóricas sino prácticas. Nace de la práctica y tiene la práctica como destino final. Sabemos aquello que necesitamos y en la medida en que lo necesitamos. En un muestreo electoral no importa a qué candidato vota cada cual, sino el voto del conjunto. El comportamiento de un componente aislado puede resultar aleatorio, pero el del conjunto no lo es. Tomados de uno en uno, los seres vivos individuales como el jugador de bacarrá, son imprevisibles. Sin embargo, considerados en su generalidad, como fenómenos masivos, sí son previsibles. La ciencia puede determinar un cierto número de condicionantes, los más importantes y los más directos, pero nunca la totalidad de ellos. Normalmente, cuando en ciertos fenómenos se descubre una ley determinista, tal como la ley de la gravedad o la de Boyle-Mariotte, se dice que una o un reducido número de causas producen siempre un cierto efecto de manera necesaria, quedando todo lo demás como fortuito o casual. La producción de resultados imprevistos pone de manifiesto la complejidad de un determinado fenómeno, la operatividad, junto a los condicionantes inmediatos, de otros más débiles o remotos. En ocasiones el cálculo de probabilidades sirve para poner de manifiesto la trascendencia de esos condicionantes remotos. Como decía Hegel, la tarea de la ciencia consiste precisamente en aprehender la necesidad oculta bajo la apariencia de la contingencia (377).

Para los positivistas, que no gustan de las formulaciones filosóficas, se puede recurrir a expresar la misma noción citando a un matemático contemporáneo de Hegel como Laplace quien, por otra de esas paradojas absurdas de los libros de bolsillo, aparece como el paladín de un cierto "determinismo", cuando se trata, en realidad, del impulsor del cálculo de probabilidades. Laplace recuerda el principio de razón suficiente para defender que todo acontecimiento tiene una causa. Sin embargo, sostiene, existen acontecimientos "pequeños" que parecen no sujetarse a las leyes de la naturaleza y cuyos lazos con el resto del universo no conocemos exactamente. No habría incertidumbre si existiera una inteligencia capaz de realizar todos los cálculos relativos al cambio de cada estado en el universo, afirma Laplace en cita muy repetida. Pero el conocimiento humano es sólo un pálido reflejo de ese intelecto hipotético. No obstante, el incesante avance del conocimiento le acerca hacia él, si bien nunca llegará a tener su misma capacidad omnisciente. Ese intelecto hipotético de Laplace es, pues, dinámico, no queda restringido a un momento determinado del saber sino a su avance incesante a lo largo de la historia del conocimiento científico. Del mismo modo, para Laplace la probabilidad matemática es un concepto dinámico, una aproximación: "En medio de las causas variables y desconocidas que comprendemos bajo el nombre de azar y que convierten en incierta e irregular la marcha de los acontecimientos, se ve nacer a medida que se multiplican, una regularidad chocante [...] Esta regularidad no es más que el desarrollo de las posibilidades respectivas de los sucesos simples que deben presentarse más a menudo cuanto más probables sean [...] Las relaciones de los efectos de la naturaleza son mucho más constantes cuando esos efectos se consideran en gran número [...] La acción de causas regulares y constantes debe prevalecer a la larga sobre la de las causas irregulares" (378).

La introducción del azar en biología corrió paralela a la mecánica cuántica, en donde se produjo un fenómeno parecido al que aquí examinamos: lo que se nos está transmitiendo y, por tanto, lo que identificamos como mecánica cuántica, es una interpretación singular de ella, a saber, la que llevó a cabo la Escuela de Copenhague. Si en genética no hay más que mendelismo y neodarwinismo, en física no hay más que Heisenberg, Born y Bohr. El resto son especímenes seudocientíficos, herejes equiparables a Lysenko. La mecánica cuántica ha vuelto a poner otra vez de moda el azar, como si

hubiera planteado algo diferente, algo que no era conocido hasta entonces (379). A pesar de tratarse de una disciplina joven y aún no consolidada, se la ha tratado de convertir en el patrón de todas las demás ciencias, de extrapolar sus principios fuera del ámbito específico para el que han sido concebidos. Parece que todos los fenómenos del universo se rigen por la mecánica cuántica, lo cual es absurdo porque desde comienzos del siglo XX la física ha dejado de ser la ciencia unificada de antaño, es decir, que ni siquiera la mecánica cuántica es toda la física. A pesar de un siglo de esfuerzos, ésta carece de unidad interna, no existe como teoría unificada, cuyos conceptos y leyes eran de validez general. Si la mecánica cuántica no es extensible a todos los fenómenos físicos, con más razón tampoco será extensible a otro tipo de fenómenos diferentes, como los biológicos. Por lo demás, el concepto de azar, como cualquier otro, no se puede perfilar sólo en la mecánica cuántica, ni en la genética, ni en la economía política, ni en la termodinámica, ni en ninguna ciencia concreta de manera exclusiva. Habrá que tener en cuenta todas ellas simultáneamente y, en particular, el cálculo de probabilidades.

En la mecánica cuántica como en genética no hay efecto sin causa ni causa sin efecto que, por lo demás, no son únicos, es decir, un efecto tiene múltiples causas (y a la inversa) y las causas pueden producir efectos contrapuestos. El principio de causalidad dimana del principio de conservación de la materia y la energía: los fenómenos no surgen de la nada. Si, como también he sostenido, las causas se convierten en efectos y los efectos en causas, del mismo modo la necesidad se convierte en azar y el azar en necesidad. Lo que para el casino es una ley determinista que le reporta beneficios inexorablemente, para el jugador de bacarrá que se acomoda en una de sus mesas es puramente aleatorio. No cabe duda de que en los fenómenos materiales existen las probabilidades del mismo modo que a ellas les acompaña el cálculo de esas mismas probabilidades: “El azar es omnipresente, pero se suprime a sí mismo al adquirir la forma de leyes” (380). Muchos de los debates sobre el azar se podrían eliminar teniendo en cuenta que también los fenómenos aleatorios se rigen por leyes, como el teorema de Bayes, que permite calcular la probabilidad de las causas. A partir de ahí es posible comprender que el azar y la necesidad no están separados el uno del otro, que la intervención del azar no excluye la necesidad, y a la inversa. El azar, pues, es el modo en que se manifiesta la necesidad; ambos forman una unidad de contrarios. Cada vez que alguien intenta repetir un acontecimiento aleatorio, emerge la necesidad. Nadie es capaz de elegir números al azar, incluso entre un número finito de ellos. Alguien que anote los números aleatorios que se le vayan ocurriendo del 0 al 99 puede permanecer semanas enteras escribiendo cifras y habría números que nunca aparecerían. Por consiguiente, no todos los números tendrían la misma posibilidad de aparecer. Lo mismo sucede si pedimos a un colectivo de personas que elija números al azar: siempre habría unos que serán elegidos con mayor frecuencia que otros. Los números obtenidos por medios informáticos se denominan seudo-aleatorios porque no es posible asegurar que verdaderamente sean aleatorios. De ahí la dificultad de las simulaciones, e incluso de algunos sondeos y muestreos: para resultar representativos los datos se tienen que tomar al azar. Por eso nadie puede entrar en un casino con un ordenador o una calculadora, ni siquiera apuntar los resultados; por eso los componentes de una ruleta cambian continuamente, como los dados o los naipes: a largo plazo siempre surge la regularidad en medio de lo que parece caótico. Cualquier criptógrafo conoce los problemas de obtener números verdaderamente aleatorios, cuya secuencia no responda a una lógica interna entre ellos, a lo que Laplace llamaba “función generatriz” y que hoy llamaríamos algoritmo.

De lo que queda expuesto también se deduce otra consecuencia importante, que no siempre se tiene en cuenta: por sí mismo un número aleatorio no existe, solo existe dentro de un colectivo de otros números, de los cuales es independiente (o dependiente). Los juegos de azar tienen sus reglas de juego de tal manera que las partidas se pueden reproducir indefinidamente. Por su parte, uno de los principios esenciales del cálculo de probabilidades es que la suma de las probabibilidades de todos los resultados posibles tiene que ser igual a la unidad, por lo que retornamos a la *unitas complex*: la multiplicidad es tan necesaria como la unidad. A diferencia del arte, en la ciencia no existen “casos únicos”. Es otra de las consecuencias de la ley de los grandes números. Una de las diferencias entre

la ciencia y la ufología o la parapsicología es que éstas versan sobre fenómenos extraños y raros, mientras que la ciencia es rutinaria: estudia fenómenos que se repiten. Que la teoría sintética haya convertido a las mutaciones génicas en un “error de copia”, en un fenómeno tan insólito como los platillos volantes o las psicofonías, es un reflejo de su falta de estatuto científico.

Hace tiempo que los errores forman parte integrante de la ciencia y han tenido, además, una relación directa con el surgimiento mismo de la teoría de probabilidades, a causa de las dificultades surgidas en la medición de distancias astronómicas. Además de su contribución al cálculo de probabilidades, Laplace fue uno de los más distinguidos impulsores del sistema métrico decimal. El azar es, pues, una problema de medida y, por lo tanto, de la transformación de los cambios cualitativos en cambios cuantitativos. Aunque ninguna de las mediciones sea coincidente, los valores obtenidos se aproximan a un cierto punto y esas aproximaciones son tanto mayores cuantas más mediciones se realizan. Los errores no son erráticos sino que siguen una ley de distribución normal o de Gauss.

Gauss mantenía correspondencia epistolar con Napp, el prior del convento en el que ingresó Mendel. Algunas de aquellas cartas versaban precisamente sobre estadística y teoría de los errores, lo cual explica el fraude de Mendel con los guisantes. Cuando a mediados del siglo XIX escribe Mendel, el positivismo ya estaba en boga. Los hechos pretendían ocupar el lugar de las teorías. Por eso Mendel expone en forma de experimento singular lo que no era más que un promedio, un resumen general de la experiencia de muchos resultados distintos (pero aproximados); presentó como un método de investigación lo que no es más que un método de exposición. De ahí que sus resultados fueran tan exactos. Pero en un sentido nominalista estricto, los promedios no existen y, por consiguiente, la probabilidad nunca aparece en la realidad. Es más, a medida que los resultados reales se acumulan progresivamente, los resultados cada vez divergen más de su probabilidad teórica en términos absolutos (cuantitativos). Por ejemplo, los decimales del número π aparecen aleatoriamente y se conocen ya 200.000 millones de ellos. Cabe esperar, pues, que cada dígito, que tiene una probabilidad de 1/10, aparecerá 20.000 millones de veces. No es así. El cero supera su expectativa en más de 30.000; con la cuarta parte de dígitos, el cero la supera en poco más de 12.000. El error, por lo tanto, se ha duplicado con creces, lo cual significa que al llevar a cabo un experimento real, lo más probable -casi con una seguridad absoluta- es que la probabilidad no aparezca nunca de manera exacta, por más que se repita el experimento. Todo lo contrario: cuanto más se experimenta, más errores aparecen en términos absolutos (cuantitativos). Pero el error, como la probabilidad, no es sólo un número; además de su componente cuantitativo el error y la probabilidad tienen un componente cualitativo. Al transformarse de nuevo en cualidad el error y la probabilidad ya no son un número sino una relación entre dos números, una proporción o, por decirlo de otra manera, una abstracción: lo abstracto y uniforme se pone en el lugar de lo concreto y diverso, lo exacto en lugar de lo inexacto. Esta manera de proceder la conocían muy bien los escolásticos medievales, lo mismo que Mendel. La llamaron *suppositio*. Transformaba lo probable en improbable. El azar se negaba a sí mismo y se convertía en necesidad. Precisamente un estadístico como Fisher fue quien no lo supo apreciar en Mendel: la *suppositio* le parecía una pura suplantación, es decir, poner una cosa en el lugar en el que debía estar otra (o mejor dicho, varias).

El índice anual de inflación también puede servir como ejemplo ilustrativo. Es un instrumento de medida de las subidas de los precios que cambia de un país a otro, que difiere en la forma de expresar las oscilaciones cuantitativas. Al mismo tiempo, la inflación tiene un carácter general, e incluso oficial, sancionado administrativamente, que sustituye a las subidas de los precios concretos de cada una de las mercancías, como si todos ellos hubieran subido en la misma proporción. Es más: este método es tan poderoso que autoriza a decir que todos los precios han subido un 2’3 por ciento a pesar de que ninguno haya tenido esa subida exactamente, por lo que convierte en representativo de una generalidad a algo que no forma parte de la misma.

La *suppositio* medieval resume el modo de proceder de la ciencia, la síntesis inherente al método de abstracción, la verdadera médula del nominalismo de Occam, un avance magistral del concepto mismo de ciencia con respecto a Aristóteles: “La ciencia no versa sobre los singulares sino que está

constituida por universales que están en lugar de los mismos singulares” (381). El nominalismo de Occam no tiene, pues, nada que ver con lo que los positivistas anglosajones modernos han querido hacer pasar por su famosa “navaja”. Más bien Occam proponía todo lo contrario y hoy el cálculo de probabilidades proporciona las herramientas matemáticas que permiten la generalización científica, unificando dos orientaciones fundamentales en cualquier clase de investigación: “la que va de las propiedades del sistema en su conjunto a las de los elementos y la que pasa de las propiedades de los elementos a las propiedades generales del sistema” (382). Este método contribuye, por un lado, a poner de manifiesto las limitaciones del micromerismo y, por el otro, la falacia empirista según la cual los fenómenos de la realidad se presentan juntos, uno al lado del otro o uno después del otro pero sin vínculos internos entre ellos, conectados pero no conjuntados, que decía Hume (383). La ciencia, según los empiristas, no infiere reglas de tipo causal sino puras correlaciones y coincidencias. Esto lo defienden como la esencia misma de la estadística. Sin embargo, la estadística pone de manifiesto tanto correlaciones como vínculos causales objetivos entre los fenómenos, por más que no se puedan confundir las unas con los otros. En definitiva, una función de distribución estadística expresa la existencia de un ordenamiento interno de los elementos del sistema. El cálculo de probabilidades, además de un método de cálculo es un método de conocimiento.

El cálculo de probabilidades permite el manejo de grandes cantidades de información que serían imposibles sin él. Por ejemplo, el muestreo facilita el estudio del todo en una de sus partes, realizar extrapolaciones sobre un número muy grande de datos, conociendo sólo una parte de ellos, empleando sólo su media y otros conceptos matemáticos derivados, como la varianza. Del mismo modo, el comportamiento de un juego de azar puede parecer errático cuando se llevan disputadas unas pocas partidas; no obstante, cuando el volumen de información aumenta con el número de partidas disputadas, deja de serlo y aparecen las leyes conforme a las cuales se desenvuelve. Por eso, decía Hegel, la necesidad se abre camino en forma de azar. Ese es el significado exacto de la ley de los grandes números. Más de la mitad de los fenómenos considerados aleatorios siguen una de las tres leyes de distribución, uniforme, normal y de Poisson, y otra tercera parte siguen a otras diez leyes de distribución. Por ejemplo, el número de mutaciones de una molécula de ADN después de cierta cantidad de radiación no se produce al azar sino que sigue una distribución de Poisson. Como concluye un matemático: “Uno de los fenómenos más sorprendentes de la teoría de las probabilidades es el pequeño número de leyes a las cuales se reduce la mayor parte de problemas que se les plantean a los probabilistas” (384).

El azar demuestra que la naturaleza está en un desarrollo permanente, cambia y engendra de manera incesante. En su evolución los acontecimientos crean posibilidades nuevas; el efecto siempre contiene algo nuevo en comparación con la causa: “Durante el desarrollo no sólo se realizan las posibilidades existentes en el pasado sino que se crean posibilidades nuevas por principio, no implícitas en los estados anteriores de la materia [...] Las nuevas posibilidades no se originan sin causa, sino como una tendencia de los nuevos estados de la materia, antes inexistentes” (385). El cálculo de probabilidades no es sólo un recurso matemático, cuantitativo sino cualitativo. Lo que determina es que:

a) de una misma acción se pueden derivar varios resultados posibles
b) es posible medir esas diferentes posibilidades
c) hay resultados cuya producción es imposible

El preformismo en biología, lo mismo que la predestinación luterana, son variantes del mecanicismo que desconocen la potencialidad del desarrollo, que en la evolución continuamente se estan creando nuevas posibilidades y nuevas potencialidades. A causa de ello, el futuro no está escrito en el pasado; por bien que conociéramos éste nunca podríamos vislumbrar aquel. Los positivistas, para quienes la realidad es un presente continuo, desconfían de las posibilidades y se atienen a lo realmente existente, a las posibilidades ya realizadas. Pero las posibilidades forman parte de la realidad, están en ella, no de una manera subjetiva sino objetiva. La contingencia, decía Hegel, es la posibilidad de otra existencia, no a título de simple posibilidad abstracta sino como

posibilidad real, porque la posibilidad es un componente esencial de la realidad: “Esta contingencia hay que reconocerla y no pretender que tal cosa no puede ser sino así y no de otro modo” (386). La ciencia explica la transformación de la posibilidad en realidad. Su objeto no está tanto en relatar lo que ocurrió sino en las razones por las cuales ocurrió, aquellas que lo hicieron posible. Si, como vengo defendiendo, de una determinada causa pueden derivarse diferentes efectos posibles, la tarea de la ciencia consiste en precisar -con verdadera necesidad- el conjunto de posibilidades realmente factibles en cada caso, según determinadas circunstancias, frente a todo aquello que resulta imposible. Los acontecimientos reales tienen que ser posibles, pero un acontecimiento posible puede ocurrir o puede no ocurrir.

La diferenciación de las células embrionarias demuestra que el concepto de posibilidad no es exclusivamente filosófico sino que tiene importantes expresiones en la biología. Los organismos superiores tienen más posibilidades de desarrollo que los inferiores. Las posibilidades se realizarán siempre que se cumplan las leyes que rigen el fenómeno, siempre que se den las condiciones precisas para ello y, por el contrario, no se den las contratendencias que se le oponen. De ahí que la evolución se deba concebir con un sentido progresivo, hacia una mayor complejidad, hacia formas superiores de materia: de la materia inerte a la materia viva y de ésta hacia la sociedad, la cultura y los fenómenos singularmente humanos. De ahí que quepa concluir que quienes realmente han introducido el azar en la biología de una manera impecable han sido los mismos que han concebido la evolución como un desarrollo potencial, no lineal, entre ellos Lamarck y Lysenko. En efecto, el concepto de potencialidad que ambos utilizan acredita dos cosas al mismo tiempo: que su concepción de la biología no es ni finalista ni actualista (387). Lamarck entiende la naturaleza como “potencia” y habla del “poder de la vida” que, sin embargo, se ve contrarrestado por las “causas modificantes”, por lo cual la progresión de los seres vivos no puede ser ni sostenida ni regular (388). Esas “causas modificantes” a las que alude Lamarck son, pues, el fundamento de las regresiones en la evolución y, en última instancia, de las extinciones, otra prueba más de la ausencia de finalismo en la teoría lamarckista. También demuestra que en su concepción tampoco hay ninguna forma de cambio lineal o unilateral, que toda tendencia evolutiva tiene su propia contratendencia.

En su noción vulgar, positivista, el azar excluye la causalidad, no liga el pasado al presente, ni éste al futuro. Por consiguiente, si el azar fuera absoluto no habría evolución porque todo empieza de nuevo; otra vuelta de la ruleta. Ese es justamente el concepto de mutación que De Vries introdujo en la genética: no cambia un gen preexistente sino que se crea uno nuevo, es decir, un retroceso a Cuvier que proviene de la escisión entre la generación y la herencia; al poner todo el énfasis en ésta desaparece cualquier posibilidad de innovación. En este sentido el azar desempeña el papel creador de lo nuevo en la evolución biológica y ese es el verdadero significado de la mutación como salto cualitativo o, como dice René Thom, un auténtico acto de creación a partir de la nada: “En ciencia, lo aleatorio puro, es el proceso markoviano, donde todo vestigio del pasado se elimina en la génesis del nuevo golpe; en cada prueba se reitera el ‘big bang’ creador: lo aleatorio puro exige un hecho sin causa, es decir, un comienzo absoluto. Pero en la historia de nuestra representación de lo real, no hay otro ejemplo de comienzo absoluto que el de la Creación” (389). La teoría de las mutaciones es, pues, un forma de creacionismo laico, un retorno bíblico bajo nuevas apariencias. Las mutaciones se explican sin necesidad de previos cambios cuantitativos, graduales, evolutivos. En la herencia había continuidad sin cambio y en la mutación había cambio sin continuidad. Monod lo expresó de la manera extremadamente dogmática que acostumbran los mendelistas: “Por sí mismo el azar es la fuente de toda novedad, de toda creación en la biosfera. El azar puro, el azar exclusivamente, libertad absoluta pero ciega, es la raíz misma del prodigioso edificio de la evolución: esta noción central de la biología moderna ya no es hoy una hipótesis entre otras posibles o al menos concebibles. Es la única concebible, la única compatible con los hechos de observación y de experiencia. Y nada permite suponer (o esperar) que nuestras concepciones sobre este punto deban o incluso puedan ser revisadas” (390). Otro punto y final para la ciencia; también aquí no hay nada más que aportar al respecto. La ideología siempre intenta impedir el avance de la ciencia

sustituyéndola, necesariamente travestida de dogmatismos de esa pretenciosidad.

El concepto vulgar de azar que emplea la teoría sintética no explica la evolución sino la creación; es el dios creador de los mendelistas. Son saltos cualitativos, discontinuos, que de la chistera engendran caracteres e incluso nuevas especies diferentes de las anteriores. No existen cambios graduales y, desde luego, ningún papel desempeña el entorno ni nada ajeno a los genes mismos. La argumentación es circular: lo que mutan son los genes y como los genes son autosuficientes, las mutaciones son, en definitiva, automutaciones. Los genes mutan por sí mismos del mismo modo que se multiplican por sí mismos.

El modelo del gato y el ratón

Con la teoría de las mutaciones la genética adopta un ademán matemático abstracto o, como diría Lysenko, formal. Ya los trabajos de Mendel presentaban -como ha quedado expuesto- un sesgo estadístico, pero fue la propia necesidad de introducir la evolución dentro del mendelismo, convertir al mendelismo en una teoría de la evolución, la que impulsó el tratamiento cuantitativo de la genética. Hacia los años veinte del siglo pasado los biometristas lograron imponer su concepción estadística y se produjo la primera amalgama: Darwin y Mendel podían convivir o, mejor dicho, los que podían convivir eran un cierto Mendel y un cierto Darwin. Los modelos estadísticos elaborados por los genetistas soviéticos, en especial Chetverikov, luego recreados en los países capitalistas por Fisher, Haldane y Wright como si fueran previos, abrieron la vía a la "genética de poblaciones" y al tratamiento estadístico de la herencia que facilitó la amalgama. Engels ya había puesto de manifiesto que "también los organismos de la naturaleza tienen sus leyes de población prácticamente sin estudiar en absoluto, pero cuyo descubrimiento será de importancia decisiva para la teoría de la evolución de las especies". Ahora bien, los modelos estadísticos poblacionales se fundamentaban en dos de las claves de la ideología burguesa en materia biológica: micromerismo y malthusianismo, la "lucha por la existencia" y la competencia entre los seres vivos (391), llegando algunos a aplicar la teoría matemática de juegos a la evolución (392). Del mismo modo que la aplicación de la teoría de probabilidades a la física estadística estuvo en relación con la introducción del atomismo y, como consecuencia de ello, la noción de "independencia", es decir, a la ausencia de vínculos directos entre las partículas, para introducir sus modelos estadísticos, en biología los mendelistas parten de una muestra de sucesos independientes entre sí. El prototipo burgués es Robin Crusoe en su isla. Los hombres viven permentemente enfrentados unos con otros; su naturaleza biológica es esencialmente agresiva. Por su parte, los animales silvestres son como los hombres en la sociedad: están atomizados, sin vínculos mutuos de sociabilidad, como las moléculas de gas en un recipiente cerrado, rebotando unas contra otras. Si Wilson aplicó la teoría de la guerra de Clausewitz al crecimiento de las poblaciones animales en los ecosistemas (393), Volterra elaboró la "teoría matemática de la lucha por la existencia" (394), un modelo biológico que fue seguido en la URSS por el ecologista poblacional Georges F.Gause, cuyas investigaciones "se sitúan en el contexto de un florecimiento sin precedentes de la ciencia ecológica en la Unión Soviética" (395).

El fundamento de estos modelos matemáticos no va más allá de los dibujos animados de Tom y Jerry, la lucha del gato contra el ratón, la carrera entre el depredador y la presa, donde no existen familias, ni rebaños, ni enjambres, ni manadas. La teoría sintética transmite una imagen hostil de la naturaleza donde fuera del cuerpo propio no hay más que enemigos o parásitos que causan enfermedades y, por consiguiente, deben ser exterminados. Las corrientes dominantes de la biología han llevado la competencia hasta límites insospechados, convirtiéndola en un tópico panglósico que sirve lo mismo para los seres vivos que para las células o incluso las moléculas bioquímicas. Así, David Ho inventó un absurdo modelo matemático para explicar el SIDA como una "carrera" entre el retrovirus VIH y las células T del sistema inmune (*open sink theory*), lo cual le valió que en 1996 la revista *Time* le nombrara "hombre del año", en otro de esos burdos montajes publicitarios con los que pretenden acostumbrar a la ciencia a hombres de paja (396) y a modelos matemáticos, programas informáticos y videojuegos más o menos verosímiles.

La explicación seudocientífica de la “competencia” entre los espermatozoides por fecundar al óvulo, unida a una selección natural en la cual sólo “el mejor”, el más rápido, de entre ellos logra penetrar la membrana, es el espejo bioquímica perfecto de un fenómeno social.

También Haig ha tratado de “explicar” grotescamente la impronta génica como un supuesto de “lucha entre sexos”, un mecanismo para dirimir un conflicto de poderes entre los genes paternos, promotores del crecimiento y de que su descendencia sea favorecida respecto a la de otros padres, y los genes maternos, que actúan como represores de crecimiento y pretenden ser equitativos entre toda la prole.

Pero quizá el ejemplo más claro este planteamiento erróneo es la microbiología. Como ya he dicho, desde Henle, Pasteur y Koch los microbios se asocian automáticamente a las enfermedades; los microbios causan enfermedades y las enfermedades están causadas por microbios. A fecha de hoy la microbiología sigue siendo un capítulo de la parasitología, una disciplina propia de la medicina y de la veterinaria, no de la biología. No hay manual de microbiología que evite la tentación de situar a una bacteria o a un virus junto a “su” enfermedad correspondiente. Cuando aparece un microbio sin su correspondiente enfermedad, lo califican como “huérfano” porque la tarea de los cazadores de microbios no se limita abuscarlos e indentificarlos, sino en emparejarles con su enfermedad correspondiente. Por eso se han inventado enfermedades que no tenían su virus, de la misma manera que se han inventado virus que no tenían su enfermedad correspondiente. No les resulta posible imaginar un microbio que no cause un perjudicio al ser humano o que ese perjuicio pueda no estar motivado por el microbio que aparece junto con él. El binomio del microbio y la enfermedad sólo tiene una relación de causalidad; ni siquiera como hipótesis el microbio puede resultar una consecuencia de la enfermedad. La microbiología no es más que la ideología de esos cazadores de microbios. Esta errónea concepción ha conducido a uno de los mayores fracasos de las ciencias biomédicas modernas, al señuelo de suponer que era posible erradicar los microbios y que de esa forma también era posible erradicar las enfermedades infecciosas. Afortunadamente hoy, de manera muy tímida, el planteamiento vuelve a los tiempos de Béchamp, abriéndose camino la tesis de que los microbios ni son siempre de origen exógeno, ni tampoco son necesariamente patógenos, ni tampoco tienen un carácter parasitario, sino que funcionan como simbiontes, es decir, como organismos que cooperan en el desempeño de determinadas funciones celulares habituales, e incluso que han cumplido un papel importante en el desarrollo embrionario, así como en la evolución de las especies (397).

En las poblaciones vivas, lo mismo que en física estadística, se produce una paradoja metodológica: mientras, por un lado, se reconoce la existencia de interacciones entre los elementos de los sistemas estudiados, al mismo tiempo, la matemática no admite tal interacción (397b). La competencia es una de las múltiples formas de interacción de los seres vivos entre sí, pero ni es la única ni tampoco es el prototipo. En biología las relaciones sociales no son independientes, bilaterales e iguales. Así, la abeja doméstica (*Apis mellifera*) es un insecto social que vive en colmenas. Aislada, una abeja muere al cabo de pocos días. Las sociedades apícolas se componen de tres tipos de individuos (reina, obreras y zánganos) que mantienen entre sí una división de tareas y, por consiguiente, una especialización funcional sin ninguna clase de competencia o lucha interna entre ellas ni entre otros animales sociales o, por lo menos, no es ése el comportamiento predominante. Más bien al contrario, la subsistencia de la abeja doméstica se fundamenta en la colaboración y coordinación sinérgica de actividades dentro y fuera de la colmena, hasta el punto de que no se las pueden considerar como seres independientes. El intercambio de alimento es una conducta innata en muchas especies animales. Por ejemplo, los insectos sociales practican la trofalaxis, es decir, la mutua entrega y recepción de nutrientes. Si la colonia pasa hambre, pasan hambre todos sus integrantes por igual. La abeja recolectora ofrece parte del botín a otra obrera que lo demanda sacando su lengua hasta recibir una porción que rezuma de la boca de la primera. Además, mediante la trofalaxis las abejas se traspasan feromonas, que es una forma de comunicación y reparto social de las tareas.

Entre las abejas domésticas el reparto de funciones alcanza también a los dos aspectos vitales de la

alimentación y la reproducción. Las obreras se encargan de la parte vegetativa y la reina y los zánganos de la reproductiva. Por lo tanto, la reproducción no se verifica al azar sino conforme a reglas bien establecidas con un fuerte carácter endogámico. Sólo la reina es fecundada y, por lo tanto, es la madre de toda la colonia. Su función es poner huevos toda su vida y sólo sale de la colmena para fecundarse. Los zánganos son los machos y proceden de huevos sin fecundar, es decir, son clones de la reina, a la vez que hijos, medio hermanos también de ella. Por su parte, las obreras no son estériles, como se afirma en ocasiones, sino que la presencia de la reina les impide desarrollar sus órganos genitales. Mientras en la colmena hay una reina activa, las obreras no desarrollan otras que puedan competir con ella. Pero en cuanto empieza a envejecer o muere, las obreras inician la construcción de celdas reales. En la colmena la función de la reina depende de la jalea real; mientras circula por la colmena, las obreras no buscan sucesoras. Dicha sustancia se produce en las glándulas cefálicas de la reina, que al lamerse el cuerpo se empapa con ella, la cual a su vez la lamen las obreras que se encargan de su aseo y éstas, a su vez, la transmiten a otras.

La forma de vida planctónica de las bacterias también es una excepción. La mayor parte de ellas organizan modos de vida colectivos, creando capas (biofilms) que se adhieren a algunas superficies sobre las que se reproducen formando colonias (398). Esas capas pueden llegar a tener un espsor de un milímetro, conviviendo en ellas simbióticamente numerosas especies distintas, hasta 500 en una placa dental. Esas colonias segregan polímeros con azúcares, tales como glucosa o le galactosa, que las envuelven, defendiéndolas de los ataques de los macrófagos. En su interior las bacterias intercambian nutrientes y señales químicas que les permite responder colectivamente al entorno.

El modelo simplón del depredador y la presa, derivado de la selección natural, condujo durante la guerra fría a proponer la "hipótesis del cazador", es decir, que el proceso de hominización era consustancial a la caza, a un hombre carnívoro, portador de armamento, de instintos agresivos y defensor de su territorio. En torno a la caza se alzó una leyenda sobre la "nobleza" de esta actividad antropoide, frente a otras -como el carroñeo- que resultaban inimaginables. La caza no sólo es el prototipo de la selección natural, de la cruel lucha por la subsistencia sino un comportamiento que diferenciaba al hombre de los demás primates. Además de infundadas, este tipo de proyecciones trasladaba la cuestión desde el reparto de la comida hacia la obtención de la misma. No obstante, en 1978 Glynn Isaac defendió que los primeros homínidos no se alimentaban "al paso", es decir, no comían en el lugar donde obtenían el alimento sino que lo transportaban a sus asentamientos, en donde se producía un reparto del mismo. Según Isaac (398b) los primeros humanoides era omnívoros y tenían una división sexual del trabajo. Mientras los machos se desplazaban en busca de presas no enteramente devoradas o de carroña comestible, las hembras recogían frutas y tubérculos cerca del campamento, y las hordas compartían lo recolectado. Con el tiempo, esta conducta cooperativa refuerza la comunicación, el lenguaje y la socialización. Las armas son muy recientes en el registro fósil.

La biología dejó de conjugar el "verbo" vivir para sustituirlo por el "sobrevivir". La naturaleza como la sociedad, está llena de amenazas, peligros y riesgos. Las especulaciones competitivas conducen en caída libre hacia otra perla de las modernas supersticiones seudocientíficas de la posguerra: *homo homini lupus*, el canibalismo de los homínidos, e incluso de los humanos. En algunos yacimientos fósiles se han encontrado restos humanos con señales de cortes similares a los encontrados en animales. Además, esos restos aparecen mezclados en los mismos lugares, por lo que parece que todos ellos constituían parte de una misma dieta. En algunos casos el atrevimiento puede llegar al punto de sostener que aquellos seres no sólo se comían a sus semejantes ya fallecidos, sino que lo hacían después de matarlos a tal fin. Los relatos sobre canibalismo proceden -sobre todo- de la colonización, sirvieron para justificar los esfuerzos "civilizadores" de los colonialistas y se escribieron en momentos de guerra y con el fin de justificar las agresiones contra pueblos indígenas de costumbres bárbaras y brutales. El canibalismo ha sido la imagen gráfica más divulgada de determinados pueblos del Tercer Mundo, cuyo atraso los mantenía en las mismas condiciones que habían tenido los neandertales y los primeros seres humanos. Es una leyenda que entra dentro de la recuperación de las peores versiones del malthusianismo y el neodarwinismo

actuales, ampliamente jaleadas por los medios de comunicación, generalistas y especializados.

El canibalismo se fundamenta en burdas manipulaciones, como la que en 1977 protagonizaron al unísono D.C. Gajdusek y la revista *Science* con motivo del discurso de aceptación por el primero del Premio Nóbel, que la segunda difundió acompa&%ntilde;ado de unas fotos para “demostrar” las absurdas teorías de Gajdusek. ¿Cómo poner en duda de la veracidad de unas fotos? Los hechos se iniciaron dos décadas antes, cuando empezaban a agotarse los réditos de la polio, momento en el que Gajdusek, un pediatra metido a virólogo, viajaba por el mundo a la caza de otros virus de los que obtener subvenciones. Había pasado unos años en Afganistán trabajando sobre infecciones por arbovirus (fiebre amarilla, dengue, virus del Nilo, meningoencefalitis) y otras patologías, como el escorbuto y la rabia. No tuvo suerte y en 1957 se trasladó a Nueva Guinea, donde los miembros de la tribu Fore, padecían de una enfermedad extraña, mortal, cuyos primeros síntomas eran la descoordinación ambulatoria y los temblores en manos y ojos. Los nativos la llamaban *kuru* y en las autopsias Gajdusek observó que el tejido nervioso de los fallecidos presentaba abundantes orificios, lo que le daba un aspecto esponjoso. Al cabo de un tiempo consiguieron provocar la enfermedad en chimpancés, inoculándoles tejido nervioso enfermo por vía intracerebral. Desde que Landsteiner hizo lo mismo en 1908 para descubrir el poliovirus, a los cazadores de microbios eso les bastaba para dar por demostrado que la enfermedad estaba causada por un virus. Sin embargo, los síntomas de la infección tardaban en aparecer entre dos y tres años, durante los cuales el infectado no expresaba ninguna clase de patología. Tampoco se manifestaban los síntomas típicos de las infecciones y, sobre todo, no aparecía ninguna reacción inmunitaria. Cualquier investigador sensato hubiera rechazado la intervención de un virus, de los que se pensaba que se multiplicaban rápida y exponencialmente. Pero los pequeños obstáculos no podían desalentar a los cazadores de microbios, dispuestos a creerse cualquier cosa. Frente a la incubación asintomática, Gajdusek inventó la genial teoría de los “lentivirus”, capaces de permanecer de manera latente en el organismo durante años, décadas o generaciones enteras sin causar ningúna patología, hasta que se reactivan por arte magia. Pero Gajdusek fue mucho más allá en sus invenciones: para exponer una vía creíble de penetración del virus en el organismo, dijo que la tribu Fore eran caníbales porque durante los ritos funerarios los allegados se comían el cerebro de sus difuntos, que era el mecanismo de transmisión del virus. Por eso la enfermedad presentaba una apariencia genética, afectando a los mismos círculos de familiares. La genial teoría de Gajdusek le valió el Premio Nóbel y la revista *Science*, por su parte, reforzó su teoría ilustrando la necrofagia con 10 fotografías de la vida habitual de los nativos, una de las cuales aludía -supuestamente- a uno de aquellos macabros festines (399). Cuando le preguntaron a Gajdusek por ella, admitió que el menú era carne asada de cerdo. Al pedir explicaciones a *Science*, los editores se disculparon aduciendo que no publicaban imágenes reales de canibalismo para no herir la susceptibilidad de los lectores. La explicación es falsa: cada un de las foto va acompañada de su pie explicativo correspondiente. Es un burdo montaje: en la tribu Fore no existe el canibalismo. Así lo ha defendido el antropólogo Lyle Steadman, que pasó dos años haciendo trabajo de campo en Nueva Guinea. Escuchó a menudo relatos de canibalismo, pero cuando buscó pruebas no encontró nada. En palabras de Duesberg, el lentivirus era un fantasma, transmitido por un canibalismo fantasma, que causaba una enfermedad fantasma (399b). El *kuru*, lo mismo que Creutzfeldt-Jakob, la encefalitis espongiforme bovina (mal de las vacas locas) o el prurigo ovino (*scrapie*), es una enfermedad neurodegenerativa causada por priones.

Los titulares preferidos sobre Atapuerca también coinciden en destacar el canibalismo de los homínidos que habitaron el yacimiento, algo que los propios paleontólogos están alimentando. Pero entre los mamíferos el canibalismo, si existe, es una práctica excepcional, cuando no absolutamente marginal. De todos los yacimientos explorados hasta la fecha sólo en 11 hay restos con vestigios de descuartizamientos de cuerpos humanoides o humanos realizados por otros seres de la misma especie. En relación a los restos neandertales aparecidos en El Sidrón (Asturias), Trinkaus ha hablado de un “canibalismo de supervivencia”. Como consecuencia del hambre, los neandertales supervivientes consumían los restos de los fallecidos (399c). Los fósiles no demuestran en ningún caso que el descuartizamiento se practicara con individuos vivos, ni tampoco que su finalidad fuera

la de servir de alimento porque forman parte de una ceremonia fúnebre o, en los casos más recientes, de ritos relacionados con la guerra, que no es un fenómeno biológico sino social.

Los modelos matemáticos elaborados por la teoría sintética no tienen en cuenta los fenómenos asociativos. Se fundamentan en el individualismo y el malthusianismo: la probabilidad de que un gato se coma una rata parece depender de la densidad de la población de gatos y de la densidad de la población de ratas, una relación que, como dice Margaleff, en los modelos matemáticos se supone recíproca y simétrica. Sin embargo, la energía que alimenta a los gatos pasa a través de la población de ratas. La duración de los ciclos totales tiene que ver con propiedades dinámicas de cada población considerada aisladamente, principalmente con el tiempo que cada una de ellas requiere para duplicar su población, en la presa, o para reducirla a la mitad, en el depredador. Además, continúa Margaleff, las poblaciones evolucionan o, mejor dicho, coevolucionan de manera asimétrica. El depredador captura más fácilmente las presas torpes y lentas, y es, por tanto, un factor de evolución para la presa. A su vez, la presa, al adquirir nuevas habilidades, estimula la evolución del depredador, al eliminar aquellos incapaces de adaptarse a las nuevas estrategias defensivas de la presa. Pero la presa tiene una vida media más corta que el depredador y sus contactos con éste son pocos, mientras que el depredador vive más tiempo, entabla relaciones con muchos individuos de la presa sucesivamente y, por consiguiente, tiene más capaz para aprender, que es una característica social (399d). Finalmente, si bien una especie constituye un factor de selección para otra, y viceversa, en realidad es también un factor de selección para otras muchas especies con las que no tiene esa relación de depredador o presa.

Esta concepción puramente cuantitativa se expresa en la noción de que la evolución no es más que un “éxito reproductivo”, que consiste en multiplicarse en mayor número o en más cantidad de individuos. Si eso fuera cierto, la biosfera resultaría una proeza de los virus y bacterias, e incluso de los insectos que, con más de un millón de especies conocidas, suponen cerca del 75 por ciento de todos los seres vivos pluricelulares. Los malthusianos escinden al individuo del medio, afirmando que el primero podría multiplicarse indefinidamente, pero que el medio le pone limitaciones. Es como decir que las gallinas podrían vivir sumergidas en el océano, pero que el agua no se lo permite. Un ser vivo y su medio forman una unidad inseparable y, por consiguiente, es absurdo sostener que los individuos crecen más que los recursos que el medio les puede proporcionar porque el alimento de algunos individuos son individuos de otras especies que, por consiguiente, por la misma “ley” de Malthus, también deberían crecer en la misma proporción. Un ave acuática como el somormujo, por ejemplo, es alimento de las truchas y, a su vez, se alimentan de renacuajos. El mismo animal a unos efectos es depredador y a otros es presa. Por lo tanto, los cálculos malthusianos son incoherentes, ya que no existe ningún motivo para pensar que a unos efectos el número de somormujos deba crecer en mayor medida que a otros. Como es previsible las absurdas teorías malthusianas conducen a las no menos absurdas teorías apocalípticas, que convierten en un “fracaso” ecológico lo que para los genetistas es un “éxito” reproductivo:

> Los científicos que estudian la población humana han llegado a la conclusión de que el mundo ha alcanzado su capacidad de sustento, que es la capacidad de abastecer las necesidades de la gente. Así que en el futuro será difícil alimentar, vestir, dar vivienda y trabajo a un número adicional de personas a un nivel superior al de subsistencia vital. El rápido crecimiento de la población ha dilatado ya los recursos del planeta; las estimaciones sobre el crecimiento en el futuro platean serias dudas sobre si el planeta podrá seguir abasteciendo las necesidades crecientes de la gente. En los próximos 50 años se necesitará un aumento de la actividad económica diez veces superior al actual para dar salida a las necesidades humanas básicas -una situación que posioblemente la biosfera no pueda tolerar sin un deterioro irreversible.
>
> En los países en vías de desarrollo, con las tasas más elevadas de nacimientos, las ganancias económicas se acaban rápidamente -simplemente por tener demasiadas bocas para alimentar. Los países en vías de desarrollo de Asia, áfrica y América del Sur se

> encuentran en la desesperada carrera de mantener el abastecimiento de alimentos al nivel del crecimiento de la población. Cuando se produce una sequía y se extiende el hambre, sus gentes se encuentran en grave peligro, especialmente si por razones políticas o de otro tipo, la importación de alimentos no puede abastecer a la demanda [...]
>
> Cuando la agricultura no pueda proporcionar los alimentos necesarios, la gente se encontrará en grave peligro de morir de hambre. En climas favorables las poblaciones crecen más allá de los límites que imponen los climas desfavorables -que es cuando las cosechas son pobres. La raza humana podría encontrarse más cerca del abismo cuando el hambre en masa surja como consecuencia de una reduccion de la producción de los cultivos provocada por la sequía, las infecciones o la enfermedad de éstos" (400).

Este tipo de soflamas, reliquias del Apocalipsis bíblico, constituyen uno de los mayores fraudes seudocientíficos contemporáneos, cuyo objeto es el de maquillar el hambre y las calamidades sanitarias que padece la población mundial. Normalmente, el volumen de cualquier población de seres vivos es una función inversa de su densidad, nivelando su número antes del punto de saturación. En ocasiones, pueden darse casos de crecimiento incontrolado de determinadas poblaciones, como en el caso de las plagas. También hay irrupciones periódicas de poblaciones de determinadas especies que ocasionan grandes oscilaciones en la densidad poblacional. Se trata de fenómenos temporales o cíclicos que también acaban autorregulándose (401).

El movimiento cuantitativo de una población no es un fenómeno genético sino ecológico. En cuanto a la demografía humana, se trata de un fenómeno social, no solamente biológico. Así lo demuestran comportamientos humanos como la masturbación o la homosexualidad, que carecen de otro sentido que no sea el social y cultural, es decir, que son una demostración del "fracaso" reproductivo de los seres humanos y otras especies de mamíferos muy próximas. Recientemente Godelier recordaba (402) que las prácticas sexuales suponen un cierto orden social que cambia en el tiempo y en el espacio, materializándose en vínculos familiares y vecinales, en ritos ancestrales de iniciación, en ceremonias de acceso a la pubertad, en la celebración pública de bodas, etc. No obstante, Malthus parte de la primacía de lo biológico sobre lo social en el crecimiento poblacional y considera su hipótesis demográfica como una ley natural: "En virtud de las leyes de nuestra naturaleza es necesario que exista algún tipo de obstáculo que frene el crecimiento de la población", decía (403). A partir de su ensayo los demógrafos malthusianos forjaron el concepto de movimiento "natural" de la población, deducido como la diferencia entre la natalidad y la mortalidad. Como fenómeno biológico, la población se rige por una "ley" invariable que se originó hace 3.500 millones de años, con la aparición de la vida sobre el planeta, y sigue operando inexorablemente, tanto en las sociedades humanas como en las poblaciones animales, vegetales y microorganismos, algo realmente insólito que carece de precedentes científicos de ninguna clase. Lo mismo que los genes, para el malthusianismo la población humana es otra de esas abstracciones ahistóricas, capaz, no obstante, de desempeñar el papel de variable independiente: lo condiciona todo y no es condicionada por nada.

La otra parte del mismo problema, los recursos, se consideran en su cuantía absoluta y no en la forma de su distribución, en el reparto de los mismos. Así, en opinión de Malthus el salario (y por tanto la pobreza y la miseria de la mayoría de la población) es efecto y no causa del exceso de población (404). Esta teoría es rotundamente falsa. La población humana es una abstracción vacía si no se tienen en cuenta otros condicionamientos sociales, como la estratificación social, las clases sociales o la distribución de los ingresos. Los cambios poblacionales están influenciados por numerosos factores de muy diverso orden: movilidad social, flujos migratorios, urbanización, servicios de salud, convicciones religiosas, etc. Cada modo histórico de producción (y, por lo tanto, cada modo de distribución que de él deriva) tiene sus propias leyes de población, que son, pues, necesariamente variables.

El malthusianismo no es menos erróneo en lo que las poblaciones animales concierne. Así, como el propio Darwin observó, en cautividad la reproducción de algunos animales se paraliza completamente y los individuos se tornan estériles. Según todos los experimentos que desde 1931 se han llevado a cabo con diferentes especies, de manera unánime, tanto en los laboratorios como en estudios de campo, las poblaciones animales autorregulan su número. El crecimiento del volumen de una población animal ni es ilimitado ni depende tampoco de los recursos alimenticios disponibles. Cuando en un terrario con suficiente alimentación y bebida el número de ratones crece hasta una cierta densidad, su fisiología se modifica, las glándulas suprarrenales crecen, entrando en un fenómeno de intensa actividad y la mortalidad de los ejemplares jóvenes aumenta hasta que la reproducción se detiene completamente. Si se extrae de la jaula a una parte de los ratones, el fenómeno se detiene: las glándulas suprarrenales dejan de crecer y se reanuda la reproducción.

El excedente de población es relativo, tanto en el hombre como en los animales. Lo que los experimentos llevados a cabo demuestran es que la reproducción se ralentiza antes de que se pueda hablar de un excedente, es decir, antes de poder afirmar que se ha reducido significativamente el espacio disponible. El fenómeno no depende de la densidad de población, no existe ninguna forma de espacio vital porque si se traslada a la población de ratas a un terrario más amplio, la reproducción sigue descendiendo de la misma forma. Es más, se observa que los roedores que disponen de más espacio tienden a juntarse en sólo una parte del terrario (405). Este es una grave problema en la evaluación de los resultados de la ecología poblacional, ya que las muestras de ecosistemas no son extrapolables: "En la naturaleza apenas existen partes o muestras que se puedan considerar como duplicados unas de otras de otras" (406). No hay dos ecosistemas iguales; la individualidad y la biodiversidad obstaculizan las fiabilidad de la aplicación de técnicas estadísticas, tales como el muestreo.

Los seres humanos también son animales sociales que se rigen por criterios colectivos. Las leyes de la reproducción humana no son sólo biológicas ni individuales sino sociales y económicas. Así, hay una norma general en el terreno reproductivo que prohibe el incesto, hay impúberes que dependen de sus padres, en la India las castas no se mezclan entre sí, etc. Los movimientos de población dependen de varios condicionantes, los más importantes de los cuales son de tipo económico. La lucha por la existencia, pues, es otra de esas expresiones que, según Engels, puede abandonarse. Según Engels la lucha por la existencia no tiene el carácter de mecanismo único de la evolución: "puede tener lugar" en la naturaleza pero "sin necesidad de interpretación malthusiana". La sociedad capitalista se basa en la sobreproducción y el exceso; crea mucho más de lo que puede consumir por lo que se ve obligada a destruir en masa lo producido: "¿Qué sentido puede tener seguir hablando de la 'lucha por la vida'?", concluye Engels (407).

Mayr destacó por vincular la evolución a la genética de poblaciones. Decía que había que concebir la teoría de la evolución como un fenómeno poblacional. Además, según él, su "pensamiento poblacional" no sólo se contrapone sino que debe suplantar a lo que califica como "pensamiento tipológico". Con esta operación el ser vivo, el individuo concreto como tal desaparece como objeto de la investigación biológica: "Las especies no son entidades 'esenciales' que deban ser caracterizadas morfológicamente, sino que se trata de agregados de poblaciones naturales, reproductivamente aisladas las unas de las otras y ocupando cada una un nicho particular en la naturaleza". Lo mismo que "hermano", el concepto "especie" es relacional, dice Mayr, tiene una "entidad individual" de manera que cada uno sus miembros son una parte de ese individuo y los genes de todos los miembros de la especie son parte "del mismo patrimonio genético colectivo" (408). Ahora el objeto de la biología son las poblaciones y los genes. El gen aparece entonces como una abstracción matemática o, mejor dicho, se encubre bajo ella, deja de ser una partícula material. Las poblaciones también son otras tantas abstracciones. Como escribió Fisher, uno de los defensores de esta concepción, las poblaciones estudiadas son abstracciones, agregados de individuos pero no los individuos mismos y, en cuanto a los resultados, tampoco son individuales sino "un conjunto de posibilidades" (409). Por supuesto, las abstracciones matemáticas resultan inalcanzables por cualquier fenómeno físico exterior. Pero el gen ya no es algo encerrado dentro de

una caja fuerte sino como la combinación de esa caja fuerte, su secreto. Los mendelistas han hablado del “desciframiento” del genoma humano como si su tarea fuese de tipo criptográfico.

La matemática se había desarrollado a lomos de la mecánica y no faltan intentos de suplantar a la biología con la mecánica a través de la matemática (y de la estadística). Fisher explicaba la selección natural como si se tratara de un caso de teoría cinética de los gases, lo que da lugar a un tipo de argumentaciones como la siguiente: “Las moscas del vinagre podían ser consideradas como partículas sujetas a las mismas leyes de difusión que afectan a los átomos de un gas. Al mezclar dos cepas distintas de ‘Drosophila’, la competencia entre sus individuos podía ser asimilada a una reacción química. Aplicando modelos físicos de difusión de partículas gaseosas, así como otros tipos de modelos estadísticos, Fisher, Haldane y Wright establecieron las bases de una nueva disciplina, la genética de poblaciones, que estudiaba a los individuos en función de una unidad superior, la población. De este modo la genética se reencontraba con el darwinismo allí donde Francis Galton y otros biómetras se habían estancado: en el análisis de poblaciones y la influencia de la selección natural sobre ellas, no sólo sobre los individuos, sino también sobre los factores subyacentes, los genes, que eran los que se transmitían de generación en generación. Bajo el nivel más aparente del fenotipo, causa de la selección natural, había aparecido un nivel infrayacente, el genotipo, resultante de la selección natural” (410). A través de la modelización matemática, la biología se asimila a la mecánica. Lo que se acaba sosteniendo no es que dos fenómenos (distintos) funcionen de la misma manera (matemática) sino que son iguales. No hay analogía entre los modelos mecánicos y biológicos sino identidad.

La modelización estadística finge y crea un espejismo: pretende hacer pasar las hipótesis como tesis. Sin embargo, la validez de un modelo no está determinada por su forma matemática de exposición sino por su comprobación empírica. Así, se habla en genética de poblaciones de la “ley” de Hardy-Weinberg cuando se debería decir el modelo de Hardy-Weinberg, es decir, una hipótesis sobre el funcionamiento de un fenómeno que debe ser corroborada con los datos empíricos correspondientes, lo cual es imposible porque los postulados sobre los que se construye dicho modelo no existen en la realidad, ni siquiera como aproximación. De la misma manera, según Huxley, Fisher había demostrado “matemáticamente” que la herencia de los caracteres adquiridos, aunque ocurriera en la naturaleza, era incapaz de explicar la evolución (411). Matemáticamente se utiliza aquí, una vez más, en su sentido vulgar, como sinónimo de “indudablemente”, de manera definitiva y concluyente. Es un exceso de demostración: cualquiera se hubiera conformado con una explicación debidamente argumentada y fundamentada en hechos. Algunos científicos tienen un complejo de inferioridad respecto a la física por no haber sido capaces de exponer sus resultados en la misma forma matemática en que lo logró la mecánica desde el siglo XVII, como si la determinación cuantitativa fuera la única posible, sinónimo de una exactitud que no existe en ciencia alguna.

Por lo demás, la modelización matemática opera como un sustituto de la argumentación teórica, de modo que, en lugar de contribuir al desarrollo conceptual -cualitativo- de la ciencia, en ocasiones lo empobrece. Al elaborar una “teoría matemática de la lucha por la existencia” sería necesario precisar también qué es la lucha por la existencia, qué tipo de fenómenos explica (o encubre), qué leyes rigen el crecimiento de las diferentes poblaciones, si son las mismas en las poblaciones humanas y de otros seres vivos, etc. Responder a estos interrogantes no requiere solamente de una aproximación de la biología a la matemática, sino también a otras disciplinas científicas, como por ejemplo, la economía política porque el crecimiento demográfico no es un fenómeno exclusivamente biológico o reproductivo, sino también económico; tampoco es un fenómeno exclusivamente cuantitativo sino cualitativo: las poblaciones no permanecen estáticas sobre el mismo territorio sino que migran y, en consecuencia, interactúan unas con otras.

La equiparación de los animales (y los hombres) con las “máquinas bioquímicas”, es otra de esas extrapolaciones mecanicistas sobre las que está construida esta teoría: el micromerismo. La genética se rige por las leyes de la termodinámica, por lo que cada gen, como cada molécula, debe tener una incidencia insignificante sobre el carácter, es decir, se pierde la individualización causal entre el gen

y el carácter que determina. Entonces los mendelistas comienzan a hablar de caracteres cuantitativos, es decir, de caracteres que ya no son contrastables, como los de Mendel, sino graduales. La genética de poblaciones no solamente no tiene fundamento alguno en Darwin sino que tampoco lo tiene en Mendel. Los mendelistas han pasado de la concepción discreta de Mendel a otra de carácter continuo, y ambas son igualmente metafísicas. Si a Mendel y De Vries hay que recordarles que los caracteres no siempre son totalmente contrastables, a los biometristas hay que recordarles que entre un grupo sanguíneo y otro no hay término medio. Este el punto en el que los nuevos mendelistas dejan de serlo y empiezan a balbucear incoherencias: por un lado hablan de caracteres continuos y, por el otro, de mutaciones discontinuas. El recurso a la continuidad o a la discontinuidad es oportunista; depende de las necesidades de la argumentación. Como veremos, para encubrir sus contradicciones los manuales de los mendelistas tienen que introducir nuevos conceptos sobre la marcha:

a) poligenes: varios genes que actúan -pero muy poco- sobre el mismo carácter
b) pleiotropía: un mismo gen que actúa sobre varios caracteres

Los métodos mendelianos son difíciles de aplicar a estos casos de variación continua, reconocen Sinnott, Dunn y Dobzhansky: parecen mezclarse en vez de segregar. Según ellos se debe a la "acción conjunta de varios o de muchos genes, cada uno de los cuales tiene un efecto individual pequeño sobre el carácter en cuestión". Ahora bien, no existe una divisoria clara entre caracteres cualitativos y cuantitativos. Además los caracteres cuantitativos tienen tendencia a resultar influidos por el ambiente. Los poligenes no son genes diferentes a los demás y su acción es estadística (412). Todas esas cábalas se lanzan al aire sin ningún tipo de argumentación ni de prueba. Hay poligenes que son genes pero cuyos efectos no son los de los genes. Su efecto es "estadístico" pero no explican qué clase de efectos son esos.

Otros autores, como Falconer, empiezan destacando que la genética cuantitativa está en contradicción con el mendelismo: "Los métodos de análisis mendeliano no resultan apropiados en estos casos", dice inicialmente para acabar luego afirmando que, sin embargo, los principios y las leyes son los mismos y que la genética cuantitativa es una "extensión" de la mendeliana. Sin embargo, los genes ya no determinan caracteres, como en el mendelismo, y mucho menos se puede decir que un gen determina un carácter. Por lo tanto, en contra de lo que sostenía Weismann, para Falconer el objeto de estudio de tal genética cuantitativa no son las progenies aisladas sino las poblaciones; no se trata de clasificar sino de medir. Pero, como sutilmente reconoce el autor, nada de esto tiene ningún fundamento empírico: "El aspecto experimental de la Genética Cuantitativa, sin embargo, ha quedado muy por atrás de su desarrollo teórico, y existe todavía mucho camino por avanzar para lograr su función complementaria. La razón de esto es la dificultad de diseñar experimentos de diagnóstico que discriminen, sin dejar lugar a dudas, entre las muchas situaciones posibles visualizadas por la teoría" (413). Por consiguiente, se trata de un puro artificio matemático. Mayr también advirtió que no siempre la genética cuantitativa trabaja con poblaciones reales, siendo esas poblaciones, en ocasiones, de tipo "estadístico", lo que conduce a llevar a cabo investigaciones "con lápiz y papel" y, posteriormente, con ordenadores (414). Se hace preciso, pues, volver a insistir otra vez en el auténtico estatuto científico de las hipótesis, los modelos matemáticos y las simulaciones informáticas para no fingir que la realidad es un videojuego y los seres vivos dibujos animados.

La teoría de las mutaciones se inventó para cohonestar el mendelismo con la evolución, impidiendo a toda costa la mención del ambiente exterior. De ahí que las mutaciones resultaran automutaciones. Los genes estaban fuera de la evolución, no variaban. La existencia de genes dominantes y recesivos eran una especie de reserva genética, de genes redundantes o sobrantes que no servían para nada, algo que era contrario a la idea de selección natural. Propició la idea de "recombinación" como si los genes preexistieran desde siempre, siendo la evolución una distinta combinación de los mismos genes, la misma baraja con un reparto diferente de cartas. En 1925 el descubrimiento de los efectos genéticos de las radiaciones cambió la situación por completo... o al menos hubiera debido hacerlo porque demostraba la incidencia de los factores externos sobre el genoma. No fue así

porque se olvidó ese aspecto y se interpretó como la segunda confirmación de la hipótesis del gen, después de la teoría cromosómica. La hipótesis del gen se transformó en la teoría del gen: existían los genes porque se podían modificar por medios físicos. La parte ambiental no fue tomada en consideración porque estimaron que, en realidad, no había mutaciones inducidas exteriormente sino que los agentes ambientales aumentaban la frecuencia de las mutaciones naturales, entendidas éstas como "espontáneas", es decir, aleatorias.

Un ejemplo puede ilustrar el papel del azar y de los factores ambientales en genética, además de corroborar la vaciedad de la teoría sintética: un carácter tan importante como el sexo no depende de ningún gen ni de ninguna secuencia de ADN. En el gusano *Bonellia viridis* el sexo depende del sitio en el que se depositen las larvas (415); en las tortugas de la temperatura de incubación (416); y en los seres humanos de una determinada combinación de los cromosomas. Uno de los pares de los cromosomas homólogos, el que determina el sexo del individuo, es distinto al resto. Las hembras sólo producen gametos (óvulos) portadores de cromosomas del tipo X, mientras que los varones producen la mitad de gametos (espermatozoides) X y la otra mitad de gametos Y. La probabilidad de que al unirse los gametos resulte una combinación XX (hembra) o XY (varón) es la misma que la de lanzar una moneda al aire: el 50 por ciento. Ésa es la teoría. Sin embargo, si al lanzar una moneda al aire no encontráramos aproximadamente el mismo número de caras que de cruces, sospecharíamos que la moneda no es simétrica. Pues bien, desde hace siglos se sabe que nacen más niños que niñas, por lo que concurren factores exteriores que modifican esa expectativa. Además, según un estudio que publicó la revista *Biology Letters* en abril de 2009, cuanto más cerca del Ecuador viven las poblaciones, más se reducen las diferencias entre nacimientos masculinos y femeninos. La investigación fue dirigida por Kristen Navara, de la Universidad de Georgia, quien analizó los datos oficiales desde 1997 hasta 2006 procedentes de 202 países y publicados en el *World Factbook* de la CIA. La conclusión es que la población que vive en los trópicos tiene más niñas en comparación con la que vive en otras partes del mundo. La media de hembras nacidas en el mundo es de 487 por cada mil nacimientos. Sin embargo, en las latitudes tropicales, por ejemplo en el áfrica subsahariana, se eleva hasta 492 niñas por cada mil nacimientos. Navara considera que podría deberse al tiempo más cálido o a los días más largos. Es posible que los gametos humanos se vean afectados por la luz ambiental y la temperatura, y que estas variables favorezcan a uno u otro género en función de la latitud. De hecho, estudios previos en mamíferos pequeños como hámsteres siberianos revelan que estos animales tienen más hijos varones durante los meses de invierno (417).

Esas consideraciones se pueden extender a las mutaciones, que se han vuelto contra los mendelistas al convertirse en lo contrario de lo que fueron en su origen, en una teoría de la contaminación ambiental. A fin de cuentas lo que Mendel denominó "factores" son secuencias de ADN, una molécula de ácido nucleico que puede ser sintetizada y alterada por numerosos fenómenos químicos, físicos y biológicos de tipos muy diversos. No hay automutaciones; las mutaciones tienen un origen externo al ácido nucleico. Desde 1925 las experiencias al respecto se han ido acumulando con el paso del tiempo. Dos años después Muller lo confirmaba en Estados Unidos y doce años después, Teissier y L'Heritier repitieron la experiencia en Francia con el gas carbónico. La interacción ambiental se ha demostrado no sólo con las radiaciones (naturales y artificiales) sino con las sustancias químicas ingeridas en los alimentos o en el aire que respiramos y con los virus o bacterias con los que el organismo entra en contacto. La nómina agentes mutágenos es considerable: de 10.000 sustancias químicas que se han estudiado, cerca de 1.000 son mutágenas. Las bases nitrogenadas del ADN absorben luz a una longitud de onda máxima de 260 nanometros, que es la propia de los rayos ultravioleta, de modo que este tipo de radiaciones son mutagénicas. Como muchos compuestos químicos, las bases tienden a oxidarse, produciendo un compuesto molecular distinto. Por ejemplo, la guanina se transforma en 8-oxoG de modo que en lugar de unirse a la citosina de la otra hebra que la complementa en la misma molécula de ADN, se une a la timina, transmitiéndose a la siguiente generación celular. La oxidación de la guanina no se produce al azar a lo largo de cualquier punto de la molécula de ADN sino concentrada en ciertas secuencias específicas.

La acción de los agentes mutágenos se manifiesta por dos vías diferentes: directamente sobre el ácido nucleico e indirectamente a través de la metabolización del propio organismo (promutágeno). Las mutaciones no son, en realidad, más que una parte de los cambios que puede experimentar un genoma por efecto de las circunstancias ambientales. En ocasiones no es necesario siquiera que la composición del ADN o de sus bases se modifique sino que basta con que se modifiquen las proteínas que los envuelven. Así, además de oxidarse, las bases también se metilan y las proteínas que las rodean en el núcleo celular se acetilan, modificando su funcionamiento. Según Dubinin, "el surgimiento de las mutaciones está determinado por las variaciones de las moléculas de DNA, las cuales surgen sobre la base de las alteraciones en el metabolismo del organismo y bajo la influencia directa de los factores del medio ambiente" (418). Lo interesante es destacar lo que hoy es obvio, a saber:

— las mutaciones génicas tienen una causa o varias, bien conocidas o que pueden llegarse a conocer
— son disfuncionales, es decir, provocan enfermedades, malformaciones, abortos e incluso la muerte
— los mutantes tienen una capacidad reproductora muy débil.

En una mutación pueden concurrir varias causas difíciles de individualizar, pero no se puede decir que ocurra al azar. Cuando la teoría sintética invoca el azar lo que quieren decir es que no conocen las causas de la mutación, es decir, expresan lo que a su ciencia le queda aún por recorrer. Que una causa no se conozca no significa que no se pueda llegar a conocer. Sin embargo, basta rastrear la evolución del concepto de mutación para comprobar que las observaciones al respecto se han multiplicado progresivamente: cada vez se conocen más, se conocen mejor y sus causas están más determinadas, hasta el punto de que la radiobiología y la toxicogenética se han convertido en disciplinas con sustantividad propia, que no se han desarrollado para hablar del azar precisamente. Desde hace un siglo (419) es sabido que se pueden utilizar radiaciones ionizantes como esterilizante o desinfectante, una práctica cuya aplicación a los alimentos se ha regulado recientemente por normas jurídicas de la Unión Europea. Los legisladores, pues, no deben confiar en el carácter aleatorio de unas radiaciones capaces de acabar con las bacterias de los alimentos pero no con los alimentos mismos.

Otro ejemplo puede contribuir a ilustrar lo que vengo defendiendo: si correlacionamos la edad de la madre con la probabilidad de que alumbre un neonato con síndrome de Dawn, es más que evidente el vínculo entre ambas circunstancias (420):

edad materna	25 a 29 años	30 a 34 años	35 a 39 años	40 a 44 años
riesgo al nacer	1/1.250	1/378	1/100	1/30

Ahora bien, la edad de la madre no puede ser la causa sino algún factor derivado del desarrollo materno que, naturalmente, no aparece en el padre. Una de las explicaciones más verosímiles reside en un fenómeno que ya he comentado anteriormente: en el hombre los espermatozoides tardan en formarse entre 65 y 75 días, por lo que se trata de una célula que no tiene la misma antigüedad que el organismo completo. Por el contrario, en cada ovario de la mujer hay unos 400.000 óvulos desde el mismo momento del nacimiento, desprendiendo uno de ellos en cada ciclo menstrual a partir de la pubertad y conservando (dictiotena) el resto expuestos a todo tipo de circunstancias ambientales: radiaciones, estrés oxidativo y otras circunstancias que provocan en ellos alteraciones cromosómicas. La permanencia de los cromosomas del ovocito puede ocasionar una división incorrecta dando lugar a un ovocito con cromosomas excedentes.

Debido al efecto mórbido de las mutaciones, los dispositivos génicos tienen su propia capacidad de autoprotección, que se refuerza a medida que se asciende en la escala de las especies. En el hombre no se conocen mutaciones viables y su número no alcanza la tasa del dos por ciento de mutaciones naturales de la mosca. No hay humanos mutantes porque los que tienen un ADN diferente no se desarrollan o no se reproducen. Paradójicamente puede decirse que es en las mutaciones donde no

aparece la herencia de los caracteres adquiridos. Ahora bien, cuando los seres vivos mutantes son viables, sus alteraciones génicas se transmiten hereditariamente, es decir, son un caso de herencia de los caracteres adquiridos.

Las radiaciones son un ejemplo tan claro de esa influencia que ha aparecido una disciplina, que se dedica a estudiarla, bien a fin de determinar sus efectos patológicos, bien como terapia para destruir células tumorales. Son agentes mutágenos que inciden tanto sobre los elementos vitales de la célula como sobre alguno de sus componentes, como el agua. En este último caso, la radiación ioniza el átomo de agua, expulsa radicales libres H y OH que a su vez forman agua oxigenada (peróxido de hidrógeno), que es un oxidante. En el interior de las células tanto los radicales libres como los oxidantes rompen los enlaces de las moléculas, alterando su naturaleza química. Las consecuencias varían en función del tipo de moléculas afectadas. Desde 1906 la ley Bergonié-Tribondeau expone que las radiaciones afectan a los mecanismos reproductores más que a cualesquiera otros. El plasma germinal, por consiguiente, no sólo no es resistente sino que es menos resistente que el cuerpo a ciertas acciones ambientales. Existen radiaciones que no afectan a las células hasta que éstas se dividen, y entonces sucede que:

— muere al dividirse (muerte mitótica)
— se divide de manera incontrolada
— impide la división y crea esterilidad
— no afecta a la célula directamente sino únicamente a su descendencia

Buena prueba de que las radiaciones no provocan mutaciones al azar es que, hasta cierto punto, se pueden controlar. Así, está comprobado que la irradiación de los tejidos impide su regeneración, de manera que si se irradia un animal con capacidad de regeneración, como una lombriz por ejemplo, y luego se trocea, no se regenera. Pero si se cubre una parte de ella, sí se puede regenerar el animal completo a partir de ahí, incluso aunque la amputación tenga lugar en una parte alejada de la zona irradiada, lo cual indica que las células no irradiadas se desplazan para regenerar el resto del cuerpo. También se puede concluir sosteniendo que la irradiación sólo impide la regeneración de aquellas células a las que afecta (421).

La ley Bergonié-Tribondeau se puede expresar mediante una escala de sensibilidad que clasificaría a las moléculas celulares de la forma siguiente: ADN > ARN > proteínas. La sensibilidad genómica a las radiaciones es mil veces superior que la del citoplasma. Por más que sea una convicción muy extendida, es falso que las bajas dosis de radiactividad no sean peligrosas para la salud, es falso que haya "dosis admisibles" de radiactividad. Lo que Muller demostró en 1927 es que no existía umbral mínimo para las mutaciones genéticas inducidas por rayos X. Prácticamente cualquier dosis es lesiva, influye sobre el genoma. A pesar de ello los manuales de genética afirman precisamente todo lo contrario, una supuesta capacidad de resistencia del genoma ante las modificaciones ambientales: "El genotipo es una característica de un organismo individual esencialmente fija; permanece constante a lo largo de la vida y es prácticamente inmodificable por efectos ambientales" (422).

La contaminación radiactiva no sólo mata o enferma a la generación actual, sino que seguirá matando y enfermando a las generaciones futuras para siempre. En 1945 lo más grave no fueron las explosiones atómicas en Hiroshima y Nagasaki sino las partículas radiactivas que se liberaron en la atmósfera. Las explosiones asesinaron a 300.000 japoneses directamente, pero las partículas radiactivas lanzadas al aire dieron la vuelta al mundo; donde siguen y seguirán afectando a toda la humanidad. Además, los efectos de las radiaciones se transmiten a las generaciones sucesivas de quien las padece; son ellas las que experimentan sus consecuencias. En abril de 2009 un grupo de investigadores suecos utilizaron la incidencia de la contaminación atómica ambiental sobre el ADN para fechar la regeneración de las células cardiacas. Las pruebas con bombas nucleares realizadas en la posguerra tuvieron como resultado la producción masiva de isótopos radiactivos de carbono-14 que se trasladaron desde la atmósfera a las células de todos los seres vivos, alcanzando también al ADN. Éste integra el carbono-14 en una concentración que se corresponde exactamente con el nivel atmosférico del momento en el que aparece la célula de la que forma parte. Midiendo la

presencia de carbono-14 en el ADN de las células es posible saber la fecha en la que se generaron y, de este modo, inferir retrospectivamente la antigüedad de las mismas así como la renovación que se debe haber producido. Naturalmente el ADN de cada célula tiene unos niveles diferentes de carbono-14 que dependen de los niveles de contaminación radiactiva ambiental.

Es difícil poner un ejemplo más claro de herencia de los caracteres adquiridos. No hay demostración más dramática que las secuelas de los bombardeos atómicos de Hiroshima y Nagasaki sobre los supervivientes y su descendencia. En la guerra de Vietnam, los estadounidenses bombardearon a la población con el "agente naranja" que contenía dioxinas, una sustancia tóxica que ha pasado de generación en generación provocando la aparición de tumores, leucemias linfáticas, anormalidades fetales y alteraciones del sistema nervioso en cuatro millones de vietnamitas (423). La OMS tiene prohibido hablar de este tipo de enfermedades (424), que con el paso del tiempo se han agravado porque los bombardeos atómicos no son algo del pasado sino que han aumentado en agresividad con las últimas agresiones imperialistas. El número de átomos radiactivos lanzados en las guerras de Irak y Afganistán es cientos de miles de veces mayor que los liberados por las bombas de Hiroshima y Nagasaki. Desde la primera guerra del Golfo en 1991 en Irak han aumentado las malformaciones monstruosas, los cánceres y otras enfermedades. En Faluya el 75 por ciento nacen deformes y el 24 por ciento mueren en su primera semana de vida (425). La causa principal de las malformaciones neonatales es la contaminación radiactiva por el empleo de las armas mal llamadas de "uranio empobrecido", que contienen elementos radiactivos, como el uranio-236, que no existen en la naturaleza, y que se han encontrado en la orina y autopsias de veteranos de guerra, de la población afgana e irakí. También se han encontrado restos de plutonio, como se comprobó tras el bombardeo de Yugoslavia, y contiene uranio enriquecido, como se comprobó tras la guerra del Líbano. Según confesión propia a la ONU, en diciembre de 2008 Israel bombardeó Gaza con fósforo blanco cuyos efectos no tardarán en hacerse notar.

Todo eso a pesar de que la herencia de los caracteres adquiridos no está demostrada. ¿Qué hará falta para demostrarlo?

Cuatro tendencias en la biología soviética

Como ciencia de los organismos vivos, la biología involucra de una manera directa las contradicciones decisivas de la dialéctica: la producción y la reproducción, la continuidad y la discontinuidad, la herencia y el medio, entre otras cuestiones. Pero esas interrelaciones, dice Engels, no se pueden "encajar" en los hechos sino que es preciso "descubrirlas" en ellos y verificarlas por medio de la experimentación. Ni en biología ni en ninguna otra ciencia la dialéctica materialista tiene nada diferente que decir, salvo reconocerse a sí misma, lo cual significa defender los postulados que han sido corroborados empíricamente por la experimentación y la observación, separándolos de las adherencias ajenas. La ciencia es única, si bien no es fácil reconocerla en cada momento porque, como cualquier fenómeno, está en permanente proceso de cambio. La explicación estática y canónica, tan usual en los manuales, conduce a una concepción equivocada del saber, que a lo largo del tiempo ha evolucionado tanto como las especies.

Las posiciones de la dialéctica materialista respecto de la biología, harto resumidas, ya fueron expuestas en los inicios mismos del darwinismo por Engels en el "Anti-Dühring" y la "Dialéctica de la naturaleza", aunque este último texto no se conoció hasta su publicación en 1925 en alemán y posteriormente en ruso. Engels destacó que un fenómeno tan complejo como la evolución sólo se puede explicar sobre la base de una colaboración entre multiples disciplinas científicas, algo diametralmente opuesto a lo que en la actualidad se observa, ya que la genética ha fagocitado a las demás ciencias de la vida, imponiendo a los genes como causa única y exclusiva de toda la evolución de la materia viva desde sus orígenes. No hay espectáculo más penoso que los actuales manuales de paleontología, reconvertidos en una rama de la genética, tratando de explicar la transformación de los homínidos en carnívoros con alambicados argumentos mutacionistas.

También advertía Engels, más que justificadamente, de que las líneas "duras y rígidas" son

incompatibles con el evolucionismo y, naturalmente, con la dialéctica. Sin embargo, también comprobamos hoy que la biología se ha llenado de barreras metafísicas infranqueables e insuperables que jamás se comunican, la más conocida de las cuales son las que separan al medio ambiente del organismo y luego a éste de sus propios genes, hasta el punto de que la teoría sintética pretende hacer creer que los genes -si es que existe algo así- ni siquiera forman parte del cuerpo. Estas barreras metafísicas no nacen en la biología sino que, junto con el atomismo, se importan de la física a mediados del siglo XVIII: el medio (el espacio, el tiempo) es el escenario en el que se manifiesta la acción de las fuerzas físicas y, por su mismo carácter absoluto, no depende de los cuerpos. El continente es diferente del contenido. Trasladado a la biología, el medio se divorcia del fin, de modo que, para ser verdaderamente científica, también debía separar los fines de los medios. Esta operación llega envuelta en la quiebra del concepto tradicional, amplio, de causalidad, que estaba siendo sustituido por otro mucho más restringido. Aristóteles hablaba de causas formales, materiales, finales y eficientes, mientras que en el siglo XVIII sólo quedarán las dos últimas. Este proceso conducirá a la oposición entre ambos tipos de causas, las finales y las eficientes, que era el preludio de la eliminación de las primeras, las finales, que desaparecerán en el siglo siguiente como consecuencia del mecanicismo, considerando que sólo las causas eficientes son causas verdaderas, una operación característica de la economía del pensamiento porque, en expresión de Bacon, las causas finales son “vírgenes estériles” (426). En las corrientes dominantes de la biología el finalismo es casi un insulto porque no admiten ninguna clase de causa final, interpretada siempre como algo trascendente, las causas últimas, normalmente por referencia al creador, a la providencia divina, para rechazar cualquier posibilidad de un plan externo a la naturaleza misma. En su lugar ponen un determinismo calificado de “ciego”, dominado por el azar, en donde la evolución no se interpreta como un progreso que se manifiesta en la clasificación de las especies.

El finalismo tiene su origen en Aristóteles; es una doctrina filosófica presente en la mecánica clásica del siglo XVIII, que también tuvo siempre connotaciones vitalistas presentes en conceptos, como el de “fuerza viva” de Leibniz sin que nadie se rasgara las vestiduras. En 1744 Maupertuis formuló el postulado de acción mínima con un claro sentido finalista bajo el nombre de “ley de economía de la naturaleza”: la naturaleza es ahorrativa en todas sus acciones, no produce nada inútilmente (*natura nihil facit frustra*). En cualquier cambio que se produzca, la suma de las acciones (energías) consumidas es la más pequeña posible. Como el hombre, la naturaleza también “elige” entre las distintas opciones que se les presentan aquella que resulta más barata. Hoy las corrientes dominantes en la biología siguen ancladas en este tipo de formulaciones del siglo XVIII. La situación no cambió cuando los antiguos conceptos físicos, como “fuerza viva”, fueron sustituídos por los modernos de “energía” porque la energía siguió siendo algo diferente y separado de la masa (materia). El concepto de energía, en cuanto capacidad para realizar un trabajo, nunca perdió el sentido finalista que le persigue desde su origen; el de masa (materia) es el refugio de las interpretaciones mecanicistas y reduccionistas. La termodinámica primero y la teoría de la relatividad después, demostraron que esta dicotomía era falsa, pero para entonces el abismo entre la causa eficiente, mecánica, natural o inconsciente, y la causa final, intencional, consciente o artificial ya había tomado carta de naturaleza (427). Por eso decía Poincaré que el principio de acción mínima tiene “algo de chocante para el espíritu”; presenta los fenómenos físicos como si fueran seres animados y libres, por lo que sería mejor reemplazar su formulación por otra en la cual “las causas finales no parecieran sustituir a las causas eficientes” (428).

Una formulación diferente nunca podrá disimular los fenómenos materiales. Causalidad y finalidad forman una unidad dialéctica o, si se prefiere, un proceso circular, cíclico o, más exactamente, espiral. En el griego antiguo la palabra “cambio” se traducía por *metabolei*, un término que también tiene connotaciones claramente biológicas y que remite a la noción de interacción, la *causa sui* de Espinosa. Del mismo modo, para Kant, el organismo forma una unidad articulada en donde “todo es fin y recíprocamente medio”. Hegel siguió esa misma línea de crítica del mecanicismo, al que opuso lo que calificó de “quimismo”. Un error de los más graves, según Hegel, es la aplicación del mecanicismo a la materia orgánica, que debe ser sustituido por la acción recíproca. En las

vinculaciones mecánicas los objetos se relacionan de una manera exterior, unos independientemente de los otros; en la química, unos se completan con los otros. Las causas no están separadas de sus efectos, ni los medios de los fines: “Aun el fin alcanzado es un objeto que sirve a su vez de medio para otros fines, y así hasta el infinito” (429). Como en cualesquiera otros, en los fenómenos de la naturaleza, decía Le Dantec, las causas se convierten en efecto y los efectos en causas (430). Los efectos retroalimentan a las causas. Los dispositivos biológicos funcionan de manera reactiva ante los estímulos exteriores. Con distintas variantes la interacción entre la causa y el efecto se manifiesta en los más diversos fenómenos biológicos, e incluso sicológicos: es la homeóstasis fisiológica, la memoria, la imitación, el reflejo sicológico o la retroalimentación cibernética de los sistemas abiertos (431). Así, ante una agresión del entorno (antígeno), el sistema inmunitario del organismo, después de reconocer el tipo concreto de ataque, reacciona segregando anticuerpos que interactúan con los invasores para eliminarlos. Otro ejemplo: la estatura de una persona tiene un indudable componente génico que se transmite hereditariamente a la descendencia; de progenitores altos nacen descendientes también altos. Ahora bien, este tipo de fenómenos deben analizarse de manera evolutiva. Así, la estatura media en España ha crecido en las últimas décadas, lo cual no puede imputarse al genoma sino a otros factores, tales como la mejora en la cantidad y en la calidad de la alimentación. Lo mismo sucede con la estatura de los homínidos, que ha crecido a lo largo de su evolución.

Las explicaciones unilaterales, deterministas o finalistas, han promovido agotadoras controversias en biología que resultan irresolubles en la forma en que se han planteado porque sus presupuestos son metafísicos; no tienen en cuenta la evolución. Así, el mendelismo se limita a exponer sólo una parte de los hechos. Lo que toma como factores causales originarios (genoma, célula, fecundación sexual) son efectivamente causa inmediata de numeros fenómenos vitales. Pero a su vez son componentes vitales muy complejos y muy organizados que no pueden tener un carácter originario, por muchos saltos cualitativos y mutaciones que se puedan imaginar. Su aparición evolutiva constituye una etapa muy larga cuyo punto de partida han sido otras formas intermedias de organización de la materia viva, más elementales y rudimentarias. Por consiguiente, son a su vez consecuencia de otros primigenios, el instrumento a través del cual se transmiten determinados cambios en el ambiente y en el cuerpo del ser vivo. Un factor causal directo e inmediato que no excluye, a su vez, la intervención de otro tipo de factores diferentes que, generalmente, tienen una importancia mucho mayor que el propio genoma y de los cuales depende el genoma mismo. En un sentido evolutivo el genoma no es causa sino consecuencia de esos otros factores, y lo mismo cabe decir de las células eucariotas (nucleadas), la fecundación y la reproducción sexual, en general, que sólo existen en los organismos más evolucionados y, por tanto, en los de aparición más tardía. La conclusión, pues, es que los factores hereditarios son una causa pero, ante todo, un efecto de la evolución, contribuyendo a la aceleración de los cambios y, por lo tanto, de la marcha de la evolución. Por lo tanto, tampoco se pueden identificar con la vida misma porque la vida no se resume ni se reduce a ninguna de sus formas materiales tomada por separado. Cualquier forma de vida, por simple que sea, es una articulación de varios componentes orgánicos distintos, nunca de uno sólo. La vida no es ADN, ni células ni fecundación. Hay formas de vida que no se basan en el ADN, ni son celulares y ni conocen la fecundación.

Como es habitual, a la hora de inculpar al finalismo Lamarck se convirtió en el blanco de las iras de los partidarios de la teoría sintética. Pero una vez más, han construido un enemigo a su imagen y semejanza porque lo que el naturalista francés dijo con claridad fue lo siguiente: “Es un verdadero error atribuir a la naturaleza un fin, una intención cualquiera en sus operaciones; y este error es uno de los más comunes entre los naturalistas”. Un poco más adelante repite que los fines en los animales no son más que una apariencia: no son verdaderos fines sino necesidades (432). Sin embargo, también hay que tener presente que el actualismo, por un lado, así como la insistencia funcionalista de Lamarck, por el otro, le da un cierto aire finalista a algunos de sus textos, de lo que algunos historiadores neodarwinistas de la biología se han aprovechando para ridiculizar su pensamiento.

Aunque a los neodarwinistas les repugne reconocerlo, la obra de Darwin está lejos del ciego determinismo que pretenden imputarle. En ella aparecen las profundas raíces aristotélicas sobre las que se asienta el pensamiento del naturalista británico, donde una cierta idea de finalidad también está claramente presente, lo mismo que en Lamarck. Según Darwin la evolución tiene su origen en la "selección natural", un fenómeno que no es diferente de la "selección" que el hombre lleva a cabo. Su noción de "selección natural" no es, pues, más que una "elección" que lleva a cabo la naturaleza en favor del mejor, el más apto o el más fuerte, es decir, un concepto antropomorfo. Darwin alude en numerosas ocasiones a la idea de fin y perfección: "Todo ser tiende a perfeccionarse cada vez más en relación con sus condiciones. Este perfeccionamiento conduce inevitablemente al progreso gradual de la organización del mayor número de seres vivientes en todo el mundo. Pero entramos aquí en un asunto muy intrincado, pues los naturalistas no han definido a satisfacción de todos lo que se entiende por progreso en la organización" (433). Sin embargo, según el evolucionista británico las tendencias teleológicas de los seres vivos no son unilaterales sino contradictorias: "Hay una lucha constante entre la tendencia, por un lado, a la regresión a un estado menos perfecto, junto con una tendencia innata a nuevas variaciones y, por otro lado, la fuerza de una selección continua para conservar pura la raza. A la larga la selección triunfa" (434). No obstante, continúa Darwin, en ocasiones prevalece la tendencia opuesta: "He sentado que la hipótesis más probable para explicar la reaparición de los caracteres antiquísimos es que hay una 'tendencia' en los jóvenes de cada generación sucesiva a producir el carácter perdido hace mucho tiempo y que esta tendencia, por causas desconocidas, a veces prevalece" (435). Como en Lamarck, la noción de fin en Darwin tiene que ver con la de función, es decir, con la adaptación ambiental. De ahí que hable de órganos "creados para un fin especial" (436).

El finalismo es el contrapunto de la teoría de la involución, otra de las incongruencias de una teoría seudocientífica que recurre a negar uno (el finalismo) o a afirmar el otro (la involución) según la conveniencia de cada caso. La involución es una ideología de la decadencia, es decir, esencialmente pesimista y su origen es el pensamiento económico burgués. David Ricardo, seguido por Malthus y John Stuart Mill, formuló la ley de la fertilidad decreciente del suelo, luego reconvertida en ley de los rendimientos decrecientes en cualquier clase de actividad económica: cada inversión suplementaria de capital (en la tierra o en cualquier otro medio de producción) proporciona un rendimiento inferior al de la inversión precedente, de manera que, alcanzado determinado limite, resulta imposible obtener ningún nuevo incremento. El universo marcha hacia una hecatombe que desborda lo económico e incluso la escala planetaria para entrar en lo cósmico: "Podemos estar acercándonos al fin de un callejón sin salida, quizá hayamos llegado ya", profetizó Schrödinger (437). La "ecología" anglosajona es hoy es campo de especulación favorito de este tipo de concepciones apocalípticas, caracterizadas por su linealidad, por seguir rumbos que jamás se alteran a lo largo del tiempo porque nada puede cambiar su curso: lo que crece siempre cre, lo que cae siempre cae y lo que se enfría siempre se enfría. No existen fuerzas contrapuestas. El planteamiento de la cuestión, por lo tanto, va mucho más allá de las innovaciones tecnológicas y, por supuesto, de las relaciones de producción capitalistas: cualquiera que sea el modo de producción, la Tierra es finita, los recursos de agotan y el caos aumenta por causas naturales inexorables. Es la versión economicista de la predestinación luterana, es decir, una ideología enmascarada tras una fachada seudocientífica.

De la economía, el irremediable desplome pasó a la termodinámica, a cuya segunda ley le otorgaron un carácter universal y absoluto. Así, en 1848 Mayer calculó que el Sol se apagaría dentro de 5.000 años. Por su parte, Kelvin planteó que, como consecuencia de ello, el planeta será cada vez más frío e inhabitable y Clausius fue mucho más allá al pronosticar la muerte térmica del universo en su conjunto: llegará un momento en el cual habrá un universo inerte, materia sin movimiento y, por consiguiente, sin vida. A partir de Clausius el pensamiento burgués tuvo la oportunidad de seguir involucionando con un fundamento que ya no era económico sino físico, es decir, plenamente "científico". Siguió su recorrido cuesta abajo, introduciendo las distintas modalidades agónicas de la civilización, en general, no de la civilización que la burguesía representa, para la cual no hay

alternativa posible pues la hecatombe deriva de la propia actividad del hombre sobre la Tierra.

Para introducir la predestinación divina dentro de la ciencia había que sustentar toda la física sobre la termodinámica, es decir, demostrar que ésta es una teoría de carácter general y que las demás teorías (astronomía, mecánica cuántica, biología, etc.) se reducen o se sustentan sobre ella. Es lo que imaginó Poincaré cuando reconoció las esperanzas de algunos científicos hace un siglo: “Tratamos hoy de elevar sobre la termodinámica solamente el edificio entero de la física matemática” (438) y recientemente Atlan ha procedido a una extrapolación semejante al sostener que el segundo principio de la termodinámica es el único gran principio de la física (439). Sin embargo, a diferencia de la ley de la conservación de la energía, que sí tiene un carácter general para toda la física (conservación del espín, del momento, de la carga eléctrica, de la cantidad de movimiento, etc.), el segundo principio de la termodinámica es una ley local, limitada a los fenómenos que la termodinámica originariamente pretendió explicar y, por consiguiente, sujeta a los condicionantes que configuraron esta rama de la físca, entre las cuales cabe reseñar las siguientes:

— la termodinámica no tiene en cuenta la composición de la materia sino sólo los fenómenos basados en el intercambio de calor y trabajo, al margen de condicionantes eléctromagnéticos, nucleares, químicos o de cualquier otro tipo

— los sistemas térmicos se fundamentan en las leyes de los gases perfectos, un modelo idealizado en el que las moléculas se consideran mutuamente independientes y su volumen se supone insignificante en comparacion con el volumen total que ocupa el gas. A pesar de que las moléculas se conciben como puntos matemáticos inextensos, acaban chocando unas con otras, que es el medio a través del cual intercambian energía, una interacción débil. No hay acción a distancia ni atraccion molecular, cualquiera que sea la temperatura o la presión. Por ejemplo, se supone que las moléculas del gas no están ionizadas, es decir, que carecen de carga eléctrica

— los sistemas físicos reales no son homogéneos; el calor no es la única forma de movimiento de la materia, que como cualquier otro tipo de energía interrrelaciona con todas las demás; el aspecto cualitativo de la ley de la conservación de la energía demuestra que todas las formas de energía se reconvierten unas en otras, de manera que es imposible que todas ellas adopten exclusivamente su forma térmica; la diversidad cualitativa de las formas de energía no puede desaparecer

— los sistemas físicos reales no están en estado de equilibrio, ni se mueven de un equilibrio a otro, como supone la termodinámica; el equilibrio sólo es una situación temporal y relativa entre los continuos cambios de estado

— la termodinámica divide el universo de una manera muy simple en dos partes: un sistema térmico y “todo lo demás”, que se considera exterior al mismo, e incluso inexistente, como en el caso de las radiaciones; este supuesto, como es obvio, es impensable para el universo en sí mismo

— los sistemas térmicos se suponen compuestos por muchos elementos (del orden del número de Avogadro), pero en ningún caso infinitos

— el segundo principio de la termodinámica sólo se aplica en sistemas cerrados, lo cual supone una simplificación que no existe en ninguna parte, ni siquiera en los sistemas térmicos, en los que puede adoptarse como una aproximación a la realidad que quiebra de manera definitiva fuera de ellos.

Por lo tanto, al tratarse de un fenómeno restringido, como cualquier otro de ese mismo alcance, la segunda ley de la termodinámica no es de aplicación general a fenómenos físicos ajenos al funcionamiento de dispositivos térmicos y, con mucha más razón, a fenómenos que ni siquiera son físicos, tales como los biológicos. Las leyes físicas no son universales sino que sólo se aplican a los supuestos en los cuales su validez se ha comporobado empíricamente, lo cual no es exclusivo de la segunda ley de la termodinámica. Así, la ecuación de los gases perfectos sólo es válida como aproximación en las condiciones normales de presión y temperatura, y no en otras. De la misma manera, las interacciones nucleares fuertes son de un alcance muy corto, de manera que más allá operan las fuerzas electromagnéticas, más débiles pero de mayor radio de acción. La segunda ley de

la termodinámica no tiene, pues, un alcance general, ni siquiera en los fenómenos físicos, de manera que desde comienzos del siglo XIX se sabe que sus principios no se pueden aplicar al movimiento browniano, por ejemplo. Cuando en 1905 Einstein descubrió las leyes que rigen este movimiento, Röntgen se lo recordó en una carta, diciéndole que su explicación contradecía el segundo principio de la termodinámica. Lo mismo sostuvo Poincaré. En defintiva, el movimiento browniano demostraba que sí era posible un móvil perpetuo (440).

Por aquella misma época, el descubrimiento de las glaciaciones fue otro choque para la termodinámica que hizo temblar la linealidad del pensamiento metafísico. Kelvin supuso que la temperatura de la Tierra procedía exclusivamente del Sol, una estrella destinada inexorablemente a enfriarse, siguiendo las leyes absolutas del universo. Pero las glaciaciones demostraban todo lo contrario, que las temperaturas son oscilantes y que a los periodos de frío suceden otros de calor intento, por lo que resultó un problema explicar de dónde procede la energía capaz de calentar el planeta. Lo mejor era proceder como acostumbran los metafísicos: mirar para otro lado, sostener la teoría y olvidarse de los hechos. Un siglo y medio después la corriente dominante no ha cambiado tanto y a una paradoja (la muerte térmica del universo) le han sumado otra, no menos absurda: el calentamiento planetario, otro proceso lineal e inexoroable, pero justamente a la inversa. Apoyándose en los movimientos de los glaciares de los Alpes, en 1821 el suizo Ignace Venetz (1788-1859) ya explicó que el clima de la Tierra es oscilante, que sigue determinados patrones cíclicos. De Venetz la teoría de los glaciares pasó a Jean de Charpentier (1786-1855) y de éste a Louis Agassiz (1807-1873), quien comenzó a difundir la tesis de la "era glaciar" que, además, no se había ceñido sólo a los Alpes. Naturalmente, con la excepción de Karl Schimper, hasta 1862 la respuesta de la "comunidad científica" fue la esperada: hostilidad, insultos y desprecio. A finales del siglo XIX se supo que no sólo había habido una sino cuatro glaciaciones, cuya explicación se mantiene al margen de las interpretaciones corrientes de la termodinámica.

Sin embargo, no cabe duda de que, a pesar de que los supuestos en los que se funda son muy restricitvos, el concepto de entropía se ha generalizado por dos razones de muy diversa naturaleza pero coadyuvantes. La primera de ellas es que, como la cibernética o la teoría de la información, la termodinámica ha contribuído a explicar numerosos fenómenos físicos más allá de su origen empírico, más allá de los gases perfectos e incluso de los intercambios entre calor y trabajo. En algunos casos, ha demostrado su eficacia en sólidos y líquidos, y en las colisiones de determinadas partículas elementales, es decir, en supuestos en los que las interacciones son fuertes. Ahora bien, la termodinámica ha expandido su campo de aplicación analógica a costa de convertirse en un modelo formal: la mecánica estadística.

La segunda razón tiene un origen diferente pero acompaña a la anterior: desde el Renacimiento la física padece una progresiva confusión entre los conceptos y las formas cuantitativas de medirlos. En ocasiones los manuales de física pretenden tener por definidos los conceptos por la ecuación que los mide cuantitativamente, lo cual pasa por alto su dimensión cualitativa y, lo que es aún peor, reduce lo cualitativo a lo cuantitativo. Es conocida la frase de Kelvin que repudiaba todo aquello que no se pudiera contar o medir: "Cuando podemos medir aquello sobre lo que estamos hablando y expresarlo numéricamente, podemos decir que sabemos algo sobre ello; pero cuando el conocimineto no se puede medir, cuando no se puede expresar numéricamente, entonces es débil e insatisfactorio: puede ser el comienzo del conocimiento, pero apenas se ha avanzado hasta el estadio de la ciencia, sea cual sea la materia de que se trate" (442). No cabe duda que la introducción de una determinada métrica mejora el conocimiento cualitativo de los conceptos, permite su desarrollo matemático y vuelve operativas sus interacciones con otros conceptos, pero no se reduce a él. Cuando la métrica reduce los fenómenos cualitativos a su dimensión cuantitativa, como en el caso de la mecánica estadística, se convierte en un modelo matemático-formal capaz de ampliar su radio de acción a fenómenos diferentes de los que le dieron origen. Por eso la termodinámica explica otro tipo de fenómenos en los que se puede introducir una métrica análoga a la de la entropía, lo cual significa que, en tal caso, se priva a la entropía de significado, o lo que es lo mismo, se la transforma en un concepto matemático abstracto. La única conclusión que de ahí

puede derivarse, lo mismo que en las múltiples aplicaciones cibernéticas, es que existen fenómenos (físicos, biológicos, económicos) que a pesar de su diferente naturaleza, funcionan de manera análoga. Ahora bien, que dos fenómenos funcionen de manera parecida no quiere decir que sean iguales, que se trate del mismo fenómeno.

Un concepto tan abstracto como el de energía padece ese mismo problema. La energía no se puede medir porque es infinita y el procedimiento utilizado por la física para medirla ha sido analítico; ha consistido en tomar en consideración la energía en fenómenos concretos y limitados: en el desplazamiento, en las reacciones químicas, en los dispositivos térmicos o en las interaccionies nucleares. Además, lo que la física mide no es un nivel absoluto de energía sino sus cambios, por lo cual ha debido tomar en consideración necesariamente su dimensión cualitativa. Así, en la caída libre de un cuerpo, la física establece la siguiente ecuación:

energía total = energía potencial + energía cinética = constante

Al lanzar un cuerpo al aire, cuando está en su punto más alto, toda su energía es potencial y la energía cinética es cero. Cuando cae al suelo, la situación se invierte: su energía potencial es cero y su energía cinética es máxima. Por el contrario, en cualquier punto intermedio, el cuerpo reparte su energía entre la potencial y la cinética. En su caída, el cuerpo va transformando progresivamente su energía de un estado cualitativo a otro; lo que pierde como energía potencial lo gana en cinética y son esas modificaciones las que permiten medir cuantitativamente cada tipo particular de energía y decir, al mismo tiempo, que la energía total es constante. La energía es una medida de la capacidad de movimiento de la materia, para lo cual se crea siempre una diferencia en la posición del cuerpo, elevándolo a una altura por encima del suelo, se crea también una diferencia en su potencial eléctrico o un desnivel en su temperatura, etc.

Salvo para los ingenieros o los economistas, no tiene ningún sentido científico afirmar que la energía se degrada o se disipa, porque en la caída de un cuerpo, la energía no se degrada al transformarse de su forma potencial a su forma cinética. Ni siquiera tiene sentido decir que la energía se degrada cuando se realiza un trabajo con ella a partir de su forma calorífica. Una corriente eléctrica genera calor que no se puede aprovechar para realizar un trabajo, pero la primera ley de la termodinámica asegura que no se pierde, ni se degrada, sino que se transmite a las moléculas más próximas. Que no se pueda aprovechar toda la energía para realizar un trabajo útil no significa que la energía se haya perdido. Al afirmar que la energía se degrada, los manuales de termodinámica le siguen pagando a Bentham el peaje histórico que les corresponde por el origen empírico de su disciplina. Al final de la Edad Media, cuando el trabajo mecánico se obtenía de los molinos de agua o de viento, a ningún físico se le hubiera ocurrido sostener que el agua o el viento se disipan. Pero con la máquina de vapor, Inglaterra acabó con sus bosques para quemar los troncos de los árboles en las calderas y luego tuvo que excavar minas de carbón para utilizarlo como combustible. El agua y el viento se obtenían gratuitamente, pero por la madera y el carbón había que pagar un precio y un modo de producción basado en la codicia exige lograr la máxima rentabilidad. La termodinámica también nace de una práctica económica, con el propósito utilitario de aprovechar el rendimiento de las máquinas de vapor, realizar el máximo trabajo con el mínimo gasto de energía, de donde surgieron toda una serie de expresiones características, como la ley de acción mínima o ley del mínimo esfuerzo, e incluso sutiles diferencias semánticas en algunas idiomas, que son capaces de diferenciar *work* (inglés) y *werke* (alemán), trabajo en sentido físico, de *labour* y *arbeit*, trabajo en sentido socio-económico.

La segunda ley de la termodinámica dice que es posible ejecutar una cierta cantidad de trabajo a partir de una cierta cantidad de calor, pero ese proceso no es reversible, de manera que no existe fuerza capaz de volver a acumular la misma cantidad inicial de calor utilizando el mismo trabajo. Es de ahí de donde surge esa visión ideológica -antropomórfica- repleta de significados equívocos que convierten a la entropía en la ley de la fertilidad decreciente del suelo de la economía política transplantada al trabajo mecánico, un proceso de descomposición intelectual que posteriormente se ha convertido en imparable, verdadero símbolo del declive científico de nuestros días, hasta el

punto de introducir conceptos evanescentes tales como “caos”, “desorden” y otros parecidos en la teoría de la información, la demografía, la ecología o la astronomía para defender una versión termodinámica del apocalipsis. La entropía no tiene nada que ver ni con el orden ni con el desorden. En un sistema térmico un cambio en la entropía modifica las condiciones de equilibrio del gas sin que cambie necesariamente la distribución de sus moléculas en el espacio, es decir sin que produzca ni ordenación ni reordenación (443).

La entropía no es una forma de energía sino un concepto físico que tiene un “carácter extraño, distinto a las demás magnitudes de la física” (444). Dado que a efectos cuantitativos la energía total de un sistema térmico se considera constante y se puede distribuir de formas cualitativamente distintas, la entropía mide cuál de esas formas tiene más probabilidades de realizarse, es decir, mide el aspecto cualitativo de la energía interna de un sistema térmico, sus diferentes potencialidades evolutivas, que son direccionales porque sus probabilidades son diferentes, resultando más probables las más altas. La entropía es una probabilidad y sería adimensional desde el punto de vista físico de no ser porque Boltzmann introdujo su constante κ en la ecuación que la mide:

$$S = \Sigma \kappa \log p_i$$

En ella no quedarían más que las distintas probabilidades de cada uno de los estados posibles p_i si prescindiéramos de la constante κ, que Boltzmann introdujo con la dimensión de energía (dividida por la temperatura) por las necesidades operativas de cálculo, es decir, por dos motivos:

— lo mismo para la energía que para la entropía, lo que se mide no son los valores absolutos sino sus modificaciones cuantitativas (445)

— la constante de Boltzmann se relaciona con la constante universal de los gases perfectos R, que es dimensional, de tal forma que R se obtiene de multiplicar κ por el número de Avogadro, que es adimensional; de esta manera Boltzmann cerraba el círculo de la mecánica estadística porque la temperatura y la energía son directamente proporcionales.

Desde luego el segundo principio de la termodinámica es inaplicable a todo el universo porque el universo no es que no sea un sistema cerrado sino que ni siquiera es un sistema (446), y mucho menos un único sistema, un sistema homogéneo en todos sus puntos. Los sistemas térmicos se caracterizan, por ejemplo, entre otras cosas, por su volumen, encerrando en él un gas con una determinada presión y una determinada temperatura que se mantiene en un estado de equilibrio. De un sistema así se puede decir que su energía interna es constante. Por el contrario, el universo no tiene una energía constante sino infinita, un problema histórico que ha sido velado por los intentos de medir cuantitativamente la energía, cuando lo que se medía en realidad eran los cambios en la energía al transformarse cualitativamente.

Por otro lado, el universo no diferencia entre lo interno y lo externo y, por ello mismo, no tiene volumen ni le resulta aplicable las nociones termodinámicas de homogeneidad o equilibrio; se compone de infinitos elementos que forman infinitos estados posibles e infinitos sistemas, como demostró Giordano Bruno antes de arder en la hoguera (447). Por consiguiente, no tiene sentido la entropía o, en su caso, la misma se anula al anularse la probabilidad de cada uno de ellos en la ecuación de Boltzmann. En tales condiciones, por consiguiente, la entropía no sólo no aumenta sino que se anula (448).

Ni la energía se dispersa (es indestructible) ni la entropía es un proceso lineal. A medida que unos sistemas pierden energía, otros la ganan, lo cual acaba transformando dichos sistemas: “La segunda ley de la termodinámica no considera el tránsito de los cambios cuantitativos a cualitativos al aumentar la masa del sistema. En un sistema cerrado de dimensiones relativamente pequeñas puede producirse, debido a la nivelación de las velocidades del movimiento de las moléculas, un estado de equilibrio térmico. Mas no en todos los sistemas cerrados se desarrollará el proceso en ese sentido. Si la masa del sistema supera en 1/20 la masa solar, en sus profundidades se originará una presión y una temperatura tan elevadas que se iniciará la reacción termonuclear, con lo que se liberará mucha

más energía que la energía cinética primaria de las moléculas” (449).

Los repetidos intentos de introducir la segunda ley de la termodinámica dentro de la biología ha dado lugar a toda clase de paradojas. Jagjit Singh ha destacado la contradicción, que califica de “aparente”, entre la evolución biológica y el segundo principio de la termodinámica, porque “la marcha de nuestro universo en su totalidad hacia un destino mortal de desorden total” no es incompatible con el surgimiento local de orden (450). La entropía también ha sido utilizada por creacionistas, como Henry Morris, para defender que no existe evolución de las especies ya que la historia del universo y de los sistemas vivos avanza hacia estados más “desorganizados”, lo cual significa que en el momento de la creación (*big bang*) el Universo estaba en su máximo grado de “organización” imaginable. Dios creó un universo perfecto que luego la termodinámica fue desorganizando progresivamente. La teoría de la evolución de los creacionistas supone que en el paraíso aparecieron primero los mamíferos y luego los trilobites, lo cual contradice hasta la propia narración del Génesis. Es algo que comparten los creacionistas con las corrientes dominantes de la biología, que al tiempo que critican el finalismo (en realidad, un cierto tipo de finalismo) llegan a su propia y absurda versión del finalismo, que es la teoría de la involución en su más puro estado: la materia inerte no da lugar a la vida sino que es la vida la que da lugar a la materia inerte. El cosmos no surge del caos sino al revés. La ilusión entrópica le ha dado la vuelta a la convicción más arraigada en la historia del pensamiento científico desde su origen hace 2.500 años. No es de extrañar que sea uno de los titulares favoritos de los libros de bolsillo seudocientíficos, el índice más lamentable del declive de la ciencia contemporánea.

Los sistemas biológicos son abiertos, tienen la capacidad de metabolizar la materia inorgánica y, por consiguiente, de transformar el medio inerte circundante en materia viva, de obrar por sí mismos el “milagro” de la creación. En su “Dialéctica de la naturaleza” Engels lo expresa con una tesis de Haeckel, recibida a su vez de Prosper Lucas, como núcleo central de la teoría evolucionista: “Desde la simple célula en adelante, la teoría de la evolución demuestra que cada avance hasta la planta más complicada, por un lado, y hasta el hombre, por el otro, se realiza en el continuo conflicto entre la herencia y la adaptación [...] Se puede concebir la herencia como el lado positivo, conservador, y la adaptación como el lado negativo que destruye continuamente lo que heredó, pero de la misma manera se puede tomar la adaptación como la actividad creadora, activa, positiva, y la herencia como la actividad resistente, pasiva, negativa” (451). La dialéctica materialista defiende la tesis de la unidad del organismo vivo con su medio. Ambos forman una unidad contractoria. Engels estaba tan lejos del reduccionismo mendelista como del reduccionismo ambientalista. Lamarck lo entendió cabalmente cuando subtituló su obra *Hidrogéologie* de la manera siguiente: “Influencia de las aguas sobre la superficie de la tierra y cambios que los cuerpos vivos ejercen sobre la naturaleza y el estado de esa superficie”. Existe una interacción mutua entre ambos componentes, el organismo y el medio, el genoma y el cuerpo, que se influencian recíprocamente, en donde -según Engels- el medio tiene un carácter dominante o principal respecto al organismo y al genoma. Los manuales de genética que, en raras ocasiones, aluden a la acción del medio ambiente, sostienen precisamente lo contrario: los genes son el elemento dominante y el medio ambiente “simplemente aporta la materia prima” (452). Esta tesis es antievolucionista: ¿de dónde ha salido la materia prima de la que se componen los genes?

Un tipo de reduccionismo genómico conduce a extraer conclusiones erróneas en el sentido opuesto, que es muy corriente en determinados medios progresistas, propensos a otorgar una relevancia especial a los factores ambientales por encima de cualesquiera otros, tanto en biología como en sociología, a pesar de la multiplicidad de condicionantes que concurren. Es un punto de partida empirista que arranca del error de concebir los organismos vivos como “tablas rasas”, materiales plásticos sobre los que impacta el medio exterior, materia prima absolutamente moldeable. Sin embargo, no todos los factores ambientales influyen siempre, ni influyen de la misma manera y mucho menos influyen de manera permanente, generación tras generación porque el medio cambia con el tiempo. El ambientalismo es unilateral, según Engels, porque presenta las cosas “como si la naturaleza fuese la única que reacciona sobre el hombre y las condiciones naturales determinasen en

todas partes, y de manera exclusiva, su desarrollo histórico [...] Olvida que el hombre también actúa sobre la naturaleza, la cambia y crea nuevas condiciones de existencia para sí" (453). No sólo el medio influye sobre el organismo sino que el organismo también influye sobre el medio. El hombre no sólo cambia el medio sino que también cambia de medio, emigra, busca nuevos espacios, nuevas fuentes de sostenimiento, nuevos climas, nuevos cultivos, etc. Lo que habitualmente consideramos como naturaleza es algo bien artificial, una creación del animal que la habita. Nuestra alimentación no nos viene impuesta de la naturaleza sino que es algo que nosotros hemos seleccionado en ella y que, a su vez, nos selecciona a nosotros. La fábrica en la que trabajamos, la casa en la que vivimos y la calle por la que paseamos no son obras de la naturaleza sino creaciones del hombre. El paisaje urbano que nos rodea, la temperatura que nos envuelve y el aire que respiramos, es el medio que hemos creado para nosotros mismos. Por consiguiente, la selección natural también es una selección de la naturaleza: el medio selecciona al hombre y el hombre selecciona el medio.

La materia viva es distinta de la inerte y, en su evolución, se separa y aísla cada vez más de ella. El hombre ha logrado aislarse del medio creando uno a su imagen y semejanza. Este fenómeno cada vez tiene más importancia evolutiva. Es el punto en el que, finalmente, los antilamarckistas tienen plena razón: a medida que la evolución progresa, las formas más desarrolladas de vida son mucho más capaces de aislarse del medio. Pero en ningún caso podrán nunca romper con él. En mucha menor medida esto mismo se puede predicar de otras especies pero es especialmente pertinente para los mendelistas que pretenden reducir al hombre a su condición puramente biológica o animal, ignorando su componente social: "El animal es uno inmediatamente con su actividad vital. No se distingue de ella. Es ella. El hombre hace de su actividad vital misma objeto de su voluntad y de su conciencia. Tiene actividad vital consciente. No es una determinación con la que el hombre se funda inmediatamente. La actividad vital consciente distingue inmediatamente al hombre de la actividad vital animal [...] Es cierto que también el animal produce. Se construye un nido, viviendas, como las abejas, los castores, las hormigas, etc. Pero produce únicamente lo que necesita inmediatamente para sí o para su prole; produce unilateralmente, mientras que el hombre produce universalmente; produce únicamente por mandato de la necesidad física inmediata, mientras que el hombre produce incluso libre de la necesidad física y sólo produce realmente liberado de ella; el animal se produce sólo a sí mismo, mientras que el hombre reproduce la naturaleza entera; el producto del animal pertenece inmediatamente a su cuerpo físico, mientras que el hombre sabe producir según la medida de cualquier especie y sabe siempre imponer al objeto la medida que le es inherente [...] Es sólo en la elaboración del mundo objetivo en donde el hombre se afirma realmente como un ser genérico. Esta producción es su vida genérica. Mediante ella aparece la naturaleza como su obra y su realidad" (454).

El biólogo marxista español Faustino Cordón dio una explicación magistral de la interacción del medio con el organismo vivo, con una claridad pocas veces lograda en biología: "Los seres vivos son criaturas del medio en que viven, la genética debe esclarecer cómo se verifican la adquisición y conservación de los caracteres por las especies, profundizando en los procesos por los que el ser vivo asimila y corrige constantemente las influencias del medio; debe tomar como supuesto estas permenentes acción y reacción entre el medio y el organismo, entender la vida como un equilibrio -que puede desplazarse- y no considerar el ser vivo haciendo abstracción del medio al que pertenece". Siguiendo a Darwin, Cordón recuerda que el medio actúa directamente sobre el organismo vivo, creando los rasgos del fenotipo, y también indirectamente, a través del genoma. En los animales superiores -continúa Cordón- es predominante la forma indirecta, a lo que añade una precisión muy importante: "Esta aseveración no debe oscurecer otra posible verdad; a saber, que el proceso ontogénico, que lleva del genotipo al fenotipo, está plasmado por una suerte de otro proceso que primigeniamente, a la inversa, hubo de ir guardando, en estado potencial, en células de función germinativa creciente caracteres del soma que se habían moldeado en él por efecto directo del medio. Vía que en ningún ser vivo debe estar totalmente cerrada, siquiera en los más evolucionados el medio haya de limitarse ya a desarrollar las posibilidades intrínsecas de evolución que poseen las criaturas directas suyas que encerró en las células germinales dicho proceso ancestral

y en cierto sentido también inverso del filogénico que hoy conocemos (ya que el medio por selección natural no puede operar sino sobre lo que es congruente)”. Cordón continúa matizando de forma magistral con una observación muy aguda: que “la conservación y la adquisición de un carácter no deben ser, probablemente, sino resultados distintos de un mismo proceso” (455).

Para Waddington el desarrollo de los animales es el resultado de la autoorganización; la tendencia a la autoorganización es “la característica más importante” de las células y “una de sus más misteriosas propiedades” (456). Según Waddington, el embrión es un sistema organizado y autorregulado: “Una de las propiedades más llamativas de los embriones es la de ser capaces de ‘regular’, es decir, que a pesar de cercenar una parte de los mismos o de lesionarlos de varias maneras, muestran fuerte tendencia a terminar su desarrollo con un resultado final normal. Las fuerzas que configuran la morfología no pueden actuar con entera independencia y sin tener en cuenta lo que está ocurriendo alrededor. Han de tener la misma facultad que les permita compensar las anormalidades y adaptarse a la sustancia que las rodea, como ya tuvimos ocasión de advertir en los procesos químicos que intervienen en la diferenciación de los tejidos”. El concepto de “regulación” lo toma Waddington de la cibernética y lo relaciona de manera precisa con el de “finalidad”, aunque para no acabar equiparado con el hilozoísmo alude más bien a una “cuasi-finalidad”, algo en lo que también coincide con Kant o con lo que Lamarck consideraba como “voluntad” en el animal. Al mismo tiempo, para escapar del micromerismo, Waddington habla de “organicismo”, que concebía como un circuito cibernético “donde nada es ya causa o efecto”. El biólogo escocés detectaba al menos tres de esos circuitos cibernéticos: “Uno pone al animal en relación con el medio y los otros dos relacionan los caracteres adquiridos con las mutaciones que, a su vez, están sujetas a circuitos reverberantes propios del desarrollo ontogénico”. La cibernética le conduce a la noción de finalidad: “Hemos aprendido ya a construir mecanismos accionados por procesos que no son provocados por una causa final, pero que se integran en una máquina proyectada para un fin pre-determinado”. Los procesos de desarrollo tienen tendencia a alcanzar siempre el resultado final previsto, aún en circunstancias anormales (457).

Aunque Piaget quiere eludir hablar de finalidad, utiliza la palabra “vección” para transmitir la misma idea direccional. Al mismo tiempo, trata de restringir la noción de finalidad en biología que, según él, involucra tres significaciones distintas. En primer lugar, está la de utilidad funcional, que puede desligarse de la de fin si se interpreta como regulación homeostática o interna al organismo. La segunda es la de adaptación, que también puede excluir la de finalidad si se entiende como otra regulación, pero de tipo externo o relacionado con el medio ambiente. La tercera es la de anticipación, que también puede reconducirse, dice Piaget, a la regulación porque la retroalimentación se puede convertir en previsión. Hay una cuarta significación posible, según Piaget, que es la de finalidad en sentido estricto o plan en su acepción sicológica, es decir, referido a la conciencia. A partir de la constatación de que la idea de finalidad ha ido perdiendo terreno progresivamente para centrarse en esa última acepción, el sicólogo suizo se pregunta si la noción de finalidad añade algo más a la de regulación. Según él se trata de una noción “infantil” o animista en el sentido de que remite a la pregunta típica de los niños: ¿por qué?, a la que los adultos no son capaces de contestar en numerosas ocasiones. En la sicología adulta, la noción de finalidad va perdiendo terreno, que es una forma de resignación ante la realidad, como si el mundo que nos rodea no pudiera ser diferente de lo que es. Según Piaget, la noción de finalidad es producto de la indiferenciación entre lo objetivo y lo subjetivo, lo físico y lo sicológico, lo inerte y lo vivo, lo natural y lo humano (458). La finalidad subsistirá, pues, en la medida en que tales dicotomías no son absolutas. En efecto, es difícil ignorar alguna forma de teleología cuando vemos a los gatos corriendo detrás de los ratones o cuando observamos que podemos enterrar cada semilla en una posición diferente, a pesar de lo cual el tallo de la planta que de ella brote siempre saldrá al aire; nunca profundizará más hacia el interior de la tierra, como si “buscara” la luz y fuera capaz de encontrarla.

El medio exterior se convierte en interior. Influye sobre el organismo normalmente a través de una metabolización o transformación previa del propio organismo. La miel que fabrican las abejas es

una metabolización del néctar y otros jugos dulces que succionan de las flores. La misma abeja fabrica tipos de miel diferentes según el tipo de flor que haya libado, de modo que las mieles se clasifican en función de la flor originaria y no de la abeja que la elaboró: entre muchas otras, hay mieles de azahar, trébol, alfalfa, espliego, eucalipto, romero y tomillo. La composición nutritiva de la miel no varía con la abeja sino con la flora de origen, la zona, el clima o la altitud. Al néctar las abejas añaden sustancias propias de su organismo que transforman en miel en sacos especiales situados en su esófago. Posteriormente madura en los panales dentro de las colmenas. Como escribió Engels, "la vida es un continuo intercambio metabólico con el medio natural [...] El metabolismo consiste en la absorción de sustancias cuya composición química se modifica, que son asimilados por el organismo y cuyos residuos se segregan junto con los productos de descomposición del propio organismo" (459). Por lo tanto, la distinción entre lo interno y lo externo es relativa; en unos casos determinados componentes del medio son externos y en otros internos. En una colmena de abejas, la flora circundante es el medio frente al cual las abejas forman una unidad; pero para cada una de ellas, las demás abejas también son su medio e interactúan unas con otras. En unos casos las bacterias son externas al organismo humano y en otras forman parte de él, desempeñando determinadas funciones vitales o mortales.

En la intosuscepción la materia viva absorbe la energía del medio para metabolizar la materia inerte y desarrollar moléculas orgánicas complejas (460). Se trata, pues, de un sistema abierto, es decir, un sistema en el que la materia viva y la inerte forman una unidad. De aquí se desprende que las leyes biológicas no se puedan reducir a las físicas. En un medio templado, el agua caliente no conserva su temperatura. Por el contrario, algunos organismos vivos, como los seres humanos, son capaces de mantener su temperatura constante a pesar de las fluctuaciones del medio en el que se desenvuelven. En biología las constantes ponen de manifiesto la continuidad dentro de los procesos de cambio y evolución. Pero además de las constantes, en las reacciones bioquímicas aparecen variables tanto de estado como de flujo. Las primeras (pulso, temperatura, pH) se denominan "constantes" y las otras son variables en sentido estricto. Tanto los fenómenos termodinámicos como los cibernéticos son direccionales. La materia viva se desarrolla siguiendo vectores como el de la respiración celular:

$$CH_2O + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{energía}$$

Estos fenómenos bioquímicos crean estados asimétricos o irreversibles. Como cualquier otra forma de movimiento, la evolución puede tener regresiones locales en determinadas especies, que pueden llegar a desaparecer, pero no tiene ninguna clase de límites, es absoluta. Como diría Vernadsky, se expande, es ubicua, coloniza la biosfera, donde no hay regiones azoicas o desprovistas de alguna forma de vida. Su fuerza expansiva logra que se imponga en todas partes (461).

El movimiento de la materia viva o, lo que es lo mismo, la evolución, es direccional según expresión de Wiener (462). Los seres vivos no se pueden estudiar como elementos estáticos sino en su desarrollo y cambio permanente: "Cuando se quiere hacer algo en el campo de la ciencia teórica a un nivel que abarque el conjunto, no hay que considerar los fenómenos naturales como unas cantidades inmutables, como hacen la mayoría de las personas, sino considerarlos, al contrario, en su evolución, como susceptibles de modificación, de evolución, fluidos. Y todavía hoy es en Hegel donde esto se aprende con más facilidad" (463). Por ejemplo, una embarazada no puede exponerse a radiaciones que, aunque sean inocuas para ella, afectan al feto; luego una misma causa provoca efectos diferentes según la fase de desarrollo en que se encuentre el organismo. Otro ejemplo: las enfermedades tienen un origen muy diferente; unas son de origen predominantemente genético, otras son predominantemente ambientales. Pero, cualquiera que sea su origen, una enfermedad no afecta lo mismo a un niño que a un adulto. Así, se conocen unas 5.000 enfermedades catalogadas como genéticas, de las cuales sólo 1.600 se consideran causadas por un única secuencia de ADN. De éstas, en un 90 por ciento de los casos ese gen no afecta al portador, no se manfiesta en él como enfermedad. Por lo tanto, el genoma está muy lejos de tener el carácter ineluctable que le atribuyen; en consecuencia, además del gen serán necesarias otras circunstancias para que la patología se

manifieste. La enfermedad denominada “corea de Huntington” (“baile de San Vito”) es de tipo monogénico pero sólo se manifiesta a partir de la edad madura del individuo. Además del gen, son necesarias otras explicaciones para saber por qué durante la juventud el paciente no experimenta la enfermedad. Para cubrir esas -y otras- lagunas apareció la epigenética a finales del siglo pasado. A su vez, esas lagunas son consecuencia de que cien años antes la embriología había sido liquidada de la biología para dejar sitio a un cierto tipo de genética, la teoría sintética, a pesar de que la embriología estuvo en el nacimientos mismo de la teoría de la evolución en Alemania hacia 1800. Afortundamente hoy ese interés ha retornado bajo la forma de “biología del desarrollo”, acreditando que nada -y menos los fenómenos vitales- se puede analizar al margen de su incesante proceso de cambio y transformación.

Pero no es suficiente tener en cuenta el movimiento de los sistemas biológicos sino que, además, es también necesario conocer su forma, ya que la direccionalidad no supone un curso unilateral de los fenómenos. Sin embargo, bien por razones religiosas (un universo que empieza con la creación y acaba en el apocalipsis) o científicas (la geometría euclídea), la linealidad sigue muy arraigada. Nicolás de Cusa fue el primero en poner en primer plano la circularidad como descripción geométrica que expresa la forma de cambio de los fenómenos materiales (464). La tercera ley de la dialéctica, la negación de la negación, cierra los procesos materiales sobre sí mismos, expresa la importancia de las contradicciones internas, la acción de múltiples fuerzas, incluso divergentes.

Un ejemplo reciente de aquella clase de concepciones lineales y unilaterales está en los seguidores de Bergson, como Atlan o Prigogine, quienes defienden la irreversibilidad y la “flecha del tiempo”. Para fundamentar su flecha, Prigogine recurre equivocadamente a la entropía, a la que también concede un valor ilimitado: “El único criterio general de irreversibilidad está dado por la producción de entropía” (465). Los fenómenos del universo son irreversibles pero no existe ninguna clase de flecha porque nunca están sometidos a una única fuerza sino a la acción de varias que, además, son contrarrestantes y cambiantes. La acción tiene su reacción, una fuerza que opera en el sentido contrario, siendo en algunos casos dominantes un tipo de fuerzas y en otros las opuestas. Prigogine también tiene criticar la hipótesis ergódica, el teorema de la recurrencia de Poincaré y cualquier teoría cíclica, es decir, no concibe que las situaciones puedan retornar a su punto de origen. A pesar de poner todo su énfasis en los procesos no lineales, Prigogine concluye con una errónea concepción lineal, uniforme y unilateral del tiempo. Sus tesis corren en paralelo con la teoría de la continuidad en biología. Se fundamentan en la extrapolación del segundo principio de la termodinámica, que es una ley local, sujeta a condiciones que no permiten su generalización. El tiempo es una forma de existencia de la materia de carácter universal. La irreversibilidad del tiempo y, por consiguiente, de los fenómenos materiales, que tiene un carácter absoluto, no se puede deducir de una ley relativa.

El movimiento de la materia -y por consiguiente el tiempo y la evolución orgánica- es una unidad de contrarios, a la vez reversible e irreversible, continuo y discontinuo. Que el tiempo sea irreversible no significa que no tenga un cárácter cíclico, o mejor dicho, espiral, es decir, que retorne a su punto de partida bajo condiciones modificadas. A la bajamar sucede la pleamar, a la noche el día y al invierno la primavera. Por un lado, los ciclos expresan la ley de la conservación de la materia y la energía según la cual el flujo de los elementos químicos es cerrado. La materia no se crea ni se destruye sino que se transforma. Los ciclos son cambiantes porque la materia, a la vez que se conserva, también se transforma y sólo se conserva transformándose, cambiando continuamente de estado, de composición o de forma. La retroalimentación expresa, por un lado, una dinámica de los fenómenos no lineal sino espiral y cambiante y, por el otro, que las causas y los fenómenos son intercambiables, que los efectos reaccionan sobre las causas, interaccionan con ellas, convirtiendo a los efectos en causas y a las causas en efectos.

La forma del movimiento de la materia viva no es diferente de la inerte, como lo prueba la existencia de los ritmos circadianos. La sangre circula permanentemente por el circuito de venas del cuerpo, regenerándose periódicamente algunos componentes y excretando a otros, como en el ciclo menstrual de las mujeres. En bioquímica el ciclo Krebs es buena prueba de esa forma cíclica de los

fenómenos biológicos. Lo mismo cabe decir de los ciclos biogeoquímicos que describen los cambios de los elementos de la tabla periódica en la naturaleza. Por ejemplo, el carbono, que es el cuarto elemento químico más abundante en la parte conocida del universo, después del hidrógeno, el helio y el oxígeno. Constituye el pilar básico de la materia orgánica ya que integra todas las formas conocidas de vida. Todas las moléculas orgánicas (azúcares, grasas, proteínas y ácidos nucleicos) están formadas por átomos de carbono en un porcentaje promedio del 18 por ciento. Se conocen cerca de 10 millones de compuestos del carbono. Además de su forma orgánica, el carbono también está presente en la materia inorgánica, en las rocas, en la atmósfera y en el agua, porque los componentes de la materia orgánica son los mismos que los de la materia inorgánica. En forma de gas CO_2 (dióxido de carbono o anhídrido carbónico), el carbono está presente en la atmósfera en una concentración de más del 0’03 por ciento. Además del carbono, en las moléculas orgánicas existen otros elementos químicos, pero lo que diferencia a la materia orgánica de la inorgánica no es su composición sino su compleja organización. La enorme variedad de moléculas que componen los seres vivos se debe a la fantástica capacidad de combinación del carbono con otros elementos químicos (hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y otros). El carbono puede formar compuestos muy complejos y muy pesados gracias a diferentes combinaciones y enlaces de otros compuestos más simples. Por ejemplo, las moléculas de ADN de una célula humana miden aproximadamente dos metros a lo largo de los cuales se enlazan a unos tres billones de pequeñas unidades, cuyo tamaño es del orden de millonésimas de metro, que se van alternando siguiendo un determinado orden.

Precisamente por su circularidad, el movimiento de cualquier forma material es infinito, no se agota nunca. Las teorías lineales que predominan en las corrientes de la “ecología” anglosajona son, pues, infundadas. Todos los elementos químicos de la biosfera se están renovando y reciclando continuamente, pasando de unas compuestos a otros y de unos estados a otros. El ciclo del carbono consiste en su transformación de su forma inorgánica en inorgánica y a la inversa. Los vegetales verdes (aquellos que contienen clorofila) toman el anhídrido carbónico del aire y durante la fotosíntesis lo acumulan en los tejidos vegetales en forma de grasas, proteínas e hidratos de carbono y liberan oxígeno según la siguiente reacción que se produce en presencia de una fuente de energía luminosa y en la que la clorofila actúa como catalizador, según fue expuesta por Von Sachs en 1864:

$$CO_2 + H_2O \rightarrow CH_2O + O_2$$

En términos más llanos, a partir del anhídrido carbónico y el agua, las plantas elaboran oxígeno y azúcares (glúcidos o hidratos de carbono). Como las plantas son, además, el material nutritivo de los animales herbívoros, los hidratos de carbono aportan energía a los hervívoros en forma de glucosa. El retorno del anhídrido carbónico a la atmósfera se hace cuando en la respiración los animales oxidan los alimentos produciendo anhídrido carbónico. En este ciclo cada año se consume y se renueva un cinco por ciento aproximadamente de las reservas de anhídrido carbónico de la atmósfera.

Los seres vivos acuáticos toman el anhídrido carbónico del agua. La solubilidad de este gas en el agua es muy superior a la del aire. Cuando los porcentajes contenidos en el aire superan a los existentes en los océanos, se forma ácido carbónico que ataca los silicatos que constituyen las rocas, dando lugar a los carbonatos y bicarbonatos que los peces absorben. Por eso el agua es uno de las reservas más importantes de carbono bajo la forma de sedimentos orgánicos que suponen más del 70 por ciento de los recursos de carbono existentes en la Tierra.

Una parte del carbono no retorna a la atmósfera sino que se transforma con la descomposición de la materia orgánica, creando sedimentos de pretróleo, gas y carbón. Tras la muerte de los animales, bacterias y otros organismos descomponen sus restos, cadáveres y excrementos. Una parte de esos restos se depositan en los sedimentos, donde se mineralizan. Por ejemplo, el carbón vegetal se produce por calentamiento en ausencia de aire (hasta temperaturas de 400 a 700 grados centígrados) de madera y otros residuos vegetales. Del modo parecido se forman otros depósitos de combustibles fósiles como petróleo y gas natural. El retorno a la atmósfera de los sedimentos inorgánicos se produce en las erupciones volcánicas tras la fusión de las rocas que los contienen o cuando se extrae

artificialmente el carbón, el gas o el petróleo. La combustión de estos elementos devuelve de nuevo el anhídrido carbónico a la atmósfera.

Otros compuestos inorgánicos esenciales para la vida, como el nitrógeno o el agua, también describen ciclos similares. En estos procesos periódicos no intervienen fuerzas ajenas a la materia sino que se retroalimentan a sí mismos indefinidamente, poniendo de manifiesto que las causas se convierten en efectos y los efectos en causas. Son fenómenos a la vez reversibles e irreversibles. De ahí que afirmar que el origen de la vida radica en la materia inorgánica no puede tener nada de sorprendente porque es un fenómeno cotidiano que la naturaleza repite incansable: "Y así volvemos al modo de ver de los grandes fundadores de la filosofía griega, al concepto de que el conjunto de la naturaleza, desde el elemento más pequeño hasta el más grande, desde los granos de arena hasta los soles, desde los protistos hasta el hombre, tiene su existencia en un eterno devenir y extinguirse, en un flujo constante, en un interminable movimiento y cambio. Pero con la diferencia esencial de que lo que en el caso de los griegos era brillante intuición, en el nuestro es el resultado de una estricta investigación científica, en consonancia con la experiencia, y por lo tanto surge también en forma mucho más definida y clara. Es cierto que la prueba empírica de esa trayectoria cíclica no carece por completo de lagunas, pero son insignificantes en comparación con lo que ya se estableció con firmeza, y por otra parte se llenan cada vez más, con cada año que pasa" (466).

La biología en Rusia mantuvo su propia inercia, que ni la influencia de Engels ni la Revolución de 1917 pudieron contrarrestar de manera decisiva (467). El caso de Rusia, con algunos matices, no es diferente del de ningún otro país de la época. El elemento fundamental a tener en cuenta en la polémica que se iba a abrir inmediatamente es que no solamente no existió una "injerencia" del marxismo sobre la genética sino que el impacto fue en la dirección contraria, de la genética (y de las nuevas ciencias) sobre los postulados marxistas. Los nuevos descubrimientos y progresos, especialmente la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica, abrieron nuevos interrogantes dentro el marxismo como dentro de tantas otras corrientes ideológicas. A partir de esos interrogantes se desarrollaron concepciones divergentes, algunas de las cuales permanecieron dentro del marxismo y otras se escaparon fuera de él, colectiva o individualmente. Este fenómeno no sólo ocurrió en la URSS sino en todo el movimiento comunista internacional, especialmente en Gran Bretaña y Francia. Para quienes están apegados a los esquemas más simplones no deja de ser curioso constatar que mientras el mendelismo y la teoría sintética triunfaron plenamente en la República Democrática Alemana, encontraron una enorme resistencia en la URSS, a pesar de que ambos países se fundamentaban sobre los mismos principios socialistas.

Desde comienzos del siglo XX coexistían en Rusia cuatro corrientes dentro de la biología. La primera de ellas, de tipo simbiótico, era tradicional en la biología rusa, iniciándose con el discurso de K.F.Kessler en 1880, decano de la Facultad de San Petersburgo. Es una corriente más bien crítica hacia los discípulos de Darwin que hacia el naturalista británico en sí mismo. Fue una de tantas reacciones características de finales de siglo contra la reducción de la evolución a los fenómenos de "competencia" y "lucha por la existencia", en defensa de la incidencia biológica de otros, tales como la cooperación y la sociabilidad, tanto en animales como en seres humanos. En plena marejada darwinista, Engels ya había sostenido la validez científica de esta concepción. En 1875 en su carta a Piotr Lavrov, Engels le manifiesta su desacuerdo con la idea darwiniana de que la "lucha de todos contra todos" fue la primera fase de la evolución humana, sosteniendo que la sociabilidad instintiva "fue una de las palancas más esenciales del desarrollo del hombre a partir del mono". Al mismo tiempo y de forma paralela, en otra obra suya destacó el carácter predarwiniano de esta concepción, así como su unilateralidad: "Hasta Darwin, lo que subrayaban sus adictos actuales es precisamente el funcionamiento cooperativo armonioso de la naturaleza orgánica, la manera en que el reino vegetal da alimento y oxígeno a los animales, y éstos proveen a las plantas de abono, amoniaco y ácido carbónico. Apenas se reconoció a Darwin, ya esas mismas personas veían 'lucha' en todas partes. Ambas concepciones están justificadas dentro de límites estrechos, pero las dos tienen una igual característica de unilateralidad y prejuicio. La interacción de cuerpos en la naturaleza no viviente incluye a la vez la armonía y los choques; la de los cuerpos vivientes, la

cooperación conciente e inconciente, así como la lucha conciente e inconciente. Por lo tanto, inclusive en lo que se refiere a la naturaleza, no es posible inscribir sólo, de manera unilateral, la 'lucha' en las banderas de uno. Pero es en absoluto pueril querer resumir la múltiple riqueza de la evolución y complejidad históricas en la magra frase unilateral de 'lucha por la existencia'. Eso dice menos que nada" (468).

Las tesis de Kessler tuvieron el apoyo de biólogos evolucionistas rusos como N.A.Sivertsov, entre otros. En 1902 el conocido científico anarquista Pedro Kropotkin también acusó a ciertos sucesores de Darwin de despreciar la cooperación entre los organismos vivos para exagerar la importancia de la lucha por la existencia: "La sociabilidad es tanto una ley de la naturaleza como lo es la lucha mutua", defendió Kropotkin (469). Aunque en su momento el periódico *Times* ensalzó la obra como "posiblemente el libro más importante del año", Kropotkin estaba entonces en el exilio y su obra no tuvo distribución en el interior de la Rusia zarista a causa de la censura. Sin embargo, muy pocos años después el biólogo ruso Konstantin S. Mereshkovski (1855-1921) formalizó la teoría de la simbiogénesis que, como cualquier otra que no es de origen anglosajón, fue absolutamente ignorada, salvo para los biólogos marxistas (470) y, naturalmente, para biólogos soviéticos, como Andrei Faminstin. Otro de ellos, Kozo-Polianski, publicó En 1924 su obra "Bosquejo de una teoría de la simbiogénesis", en 1933 el también soviético Keller expuso la misma teoría, que también pasó completamente desapercibida (471), e incluso Lysenko se apoyó en ella, como veremos, para sostener alguna opinión suya. En las corrientes dominantes no fue tomada en consideración hasta 1966, cuando fue rescatada del olvido por la investigadora estadounidense Lynn Margulis, defensora de esta teoría simbiótica. Hasta esa fecha no tuvo ninguna influencia fuera de la URSS, quedando la obra de Kropotkin como una de esas exóticas incursiones de los políticos, en este caso anarquistas, en la ciencia, como si un anarquista no pudiera ser, a la vez, un extraordinario científico, como Kropotkin. Un ejemplo de ello es la referencia despectiva que le dirigió Morgan: "Los argumentos que empleó [Kropotkin] harían sonreir a la mayoría de los naturalistas y muchas de sus anécdotas deberían en realidad figurar en algún libro de cuentos para niños" (472). Ese es el estilo crítico con el que los mendelistas juzgan las opiniones que menosprecian, y el tiempo es tan cruel que mientras Kropotkin ha madurado, las tesis de Morgan parecen mucho más cerca de los cuentos infantiles.

La segunda corriente es la mendeliana, introducida en la Rusia prerrevolucionaria por Yuri A.Filipchenko (1882-1930), un seguidor de la escuela alemana de Nägeli, Hertwig y Von Baer. De las aulas de Filipchenko salió uno de los creadores de la teoría sintética, Theodosius Dobzhansky (1900-1975), que estudió en la Universidad de Kiev, emigrando en 1927 a Estados Unidos, donde trabajó con Morgan, siendo el fundamento de su investigación la necesidad de conciliar el evolucionismo con la Biblia vaticana, un esfuerzo que compartió con su amigo, el paleontólogo y jesuita francés Teilhard de Chardin. En Estados Unidos Dobzhansky fue uno de los impulsores de la teoría sintética y, aunque había impartido clases a Lysenko, destacó por ser un antilysenkista feroz. A pesar de lo que sostiene Watson, la corriente mendelista estaba presente en Rusia antes de la revolución de 1917; era autónoma y actóctona, por lo que las polémicas que se crearon luego en la URSS no fueron consecuencia de un supuesto rechazo hacia "las doctrinas occidentales" (473). Siempre estuvo presente y no creó rechazo, como demuestra el caso de Filipchenko quien, junto con Chetverikov, fue uno de los mendelistas rusos más importantes, creador de una sociedad de eugenesia en 1922 que difundía su propia revista de la que era editor. Fue una de las pocas experiencias de ese tipo que se conoció en la URSS.

Una tercera corriente muy influyente de la biología soviética es la que encabeza Vladimir I.Vernadsky (1863–1945), un pionero de la ecología científica y, por consiguiente, radicalmente enfrentado a las corrientes micromeristas. Pero quizá no se deba afirmar que Vernadsky forma una corriente de la biología soviética sino más bien que su obra tiene un sello propio tan característico y tan poderoso a la vez que desde un principio, es decir, desde la publicación de su "Geoquímica" en 1924 y de su "Biosfera" en 1926, gravita sobre toda la biología soviética posterior. La complejidad del pensamiento de Vernadsky es tal que si bien pocos son los que, como él, subrayan la

especificidad de la materia viva frente a la inerte, son aún menos los que aproximan las biología a la geofísica de una forma tan magistral como el soviético.

Una última corriente, representada por el botánico K.A.Timiriazev (1843-1920), es la que se denomina a sí misma como evolucionista y darwinista, aunque en sus concepciones es evidente la presencia también de Lamarck. Por consiguiente, el darwinismo existente en Rusia 1917 es el darwinismo de Darwin, no el neodarwinismo. Timiriazev fue un pionero del darwinismo en la Rusia zarista, un científico con un peso ideológico muy superior al que Thomas Huxley pudo tener en Inglaterra o Ernst Haeckel en Alemania, porque escribía para un público mucho más vasto: conferencias, artículos, libros de divulgación, etc. El darwinismo se conoció allá a través de sus obras más que los del propio Darwin. Pero Timiriazev no era un político burgués a la manera de Huxley o Haeckel, sino un demócrata revolucionario comprometido con la lucha contra el zarismo en su país. Su ascendente sobre los bolcheviques creció aún más después de la revolución de 1917, a cuya causa se sumó incondicionalmente, siendo quizá el científico más comprometido con el nuevo régimen. Recibió al mendelismo con una enorme hostilidad, escribiendo un folleto titulado "Repulsa de los mendelianos" en el que afirmaba que no sólo era una teoría errónea sino políticamente reaccionaria. Pero Timiriazev no confundió a los mendelianos con Mendel. De éste reconoció la validez de algunos de sus postulados. Su posicionamiento resultó decisivo; contribuyó a sostener en darwinismo en una etapa en la que éste había perdido la batalla frente a los mendelistas en los demás países.

Además de Timiriazev, las prácticas agrícolas de I.V.Michurin (1860-1935) corresponden también a la Rusia prerrevolucionaria y, aunque sus teorías son plenamente darwinistas, manifestó hacia el mendelismo idéntica opinión que la de Timiriazev. En base a sus décadas de experiencia, consideró que las leyes de Mendel no eran aplicables a la hibridación en frutales, ni anuales ni tampoco perennes: "Repito que sólo los ignorantes más completos de hibridación de árboles frutales pueden soñar con aplicarles las conclusiones obtenidas en las observaciones realizadas con guisantes" (474). Según Michurin, la segregación de caracteres que señaló Mendel también se aprecia en los frutales pero no de una manera completa porque "cada organismo se constituye con una mezcla de caracteres heredados, de los cuales sólo una parte proviene de sus progenitores y el resto de sus allegados", interviniendo también factores exógenos (475).

Otro de los impulsores del darwinismo en la URSS fue Alexander I.Oparin, que publicó en 1923 su trascendental obra "El origen de la vida" que, sin embargo, tampoco fue conocida en los países capitalistas hasta que en 1967 John D. Bernal lo incluyó como apéndice a su obra *The physical basis of life* (476). La influencia de estos y otros científicos fue determinante para que después de 1917 la corriente darwinista se abriera camino inicialmente, precisamente en un momento en que en todos los demás países estaba en retroceso ante el avance del mendelismo.

La asimilación del marxismo al darwinismo ha sido muy frecuente desde los mismos orígenes de ambas corrientes de pensamiento. En su obra "Anarquismo o socialismo", escrita en 1907, Stalin denunció las tergiversaciones de los seguidores caucasianos de Kropotkin, para quienes el marxismo se apoyaba en el darwinismo "sin espíritu crítico". Sin embargo, aquellas referencias de Stalin a Lamarck y Darwin eran muy someras y se utilizaban como ejemplo de la validez universal de la leyes de la dialéctica. Por lo demás, para Stalin, lo mismo que para Engels, no existía ninguna contradicción sustancial entre los postulados lamarckistas y los darwinistas, situando a ambos en el mismo plano. En cuanto al "espíritu crítico" del marxismo respecto al darwinismo, Stalin seguía el criterio de Engels. Aunque en aquel momento la "Dialéctica de la naturaleza" no fuera conocida, las observaciones críticas expresadas en el "Anti-Dühring" eran muy relevantes. Engels defendió a Darwin de las críticas de Dühring pero, al mismo tiempo, era plenamente consciente de las limitaciones y del carácter unilateral de las explicaciones de aquel: "Yo acepto la teoría de la evolución de la doctrina de Darwin pero no acepto su método de demostración (*struggle for life, natural selection*) salvo como primera expresión, provisional e imperfecta, de una realidad recién descubierta". El británico, añade Engels en otra obra, habría puesto el acento en los efectos pero no en las causas de la selección natural. Además, "el hecho de que Darwin haya atribuido a su

descubrimiento [la selección natural] un ámbito de eficacia excesivo, que le haya convertido en la palanca única de la alteración de las especies y de que haya descuidado las causas de las repetidas alteraciones individuales para atender sólo a la forma de su generalización, todo eso es un defecto que comparte con la mayoría de las personas que han conseguido un progreso real” (478).

Aparentemente se habían formado dos posiciones contrapuestas. Incluso el soviético Stoletov resumía esas posiciones en el titular de su libro: “¿Mendel o Lysenko? Dos caminos en biología” (479). Pero no se puede resumir la polémica en dos posiciones. Hubo militantes del Partido bolchevique que defendieron el mendelismo, como los había que defendieron la posición contraria. Se dieron toda clase de combinaciones ideológicas y científicas imaginables que sorprenderían a quienes pretenden analizar la biología soviética con esquemas simples. Filipchenko no fue el único eugenista que hubo en la URSS en la década de los años veinte. Hubo eugenistas lo mismo que lamarckistas, y en ambas corrientes los hubo que se declaraban marxistas, lo mismo que antimarxistas. A causa de ello es difícil hablar de una influencia del marxismo sobre la ciencia en la URSS, cuando bajo el marxismo existían distintas corrientes en conflicto interno. Desde luego, la disputa no formó una alternativa entre Mendel y Lysenko. No sólo es muy difícil reducir la polémica soviética sobre la biología a dos polos encontrados sino que allá las expresiones también tenían otros significados, diferentes de los occidentales. Ni los mendelistas en la URSS defendían exactamente las mismas posiciones que los occidentales, ni tampoco los lamarckistas eran asimilables a los del otro lado del telón de acero. Los polemistas se lanzaron entre sí mutuas acusaciones porque los unos tergiversaban las posiciones de los otros. Hubo quien, aún declarándose michurinista, no secundaba las tesis de Lysenko, o no las secundaba en su integridad. También se dieron posiciones intermedias e intentos de síntesis a comienzos de los años veinte, como los ensayados por B.M.Zavadovski, quien consideraba compatible el lamarckismo con el mendelismo, aunque progresisvamente fue adoptando posturas cada vez más próximas a esta última corriente. Quienes más insistieron en la imposibilidad de encontrar puntos de unión entre ambas corrientes fueron mendelistas como A.S.Serebrovski, I.I.Agol y N.P. Dubinin. Otros intentos de síntesis, como los del embriólogo B.P.Tokin, afirmaban que ni el lamarckismo ni el mendelismo eran corrientes científicas y que el marxismo era ajeno a ellas, por lo que había que elaborar una nueva biología de conformidad con las concepciones del materialismo dialéctico.

A los amantes de los esquemas se les ampliaría notablemente su perspectiva si salieran de la URSS y analizaran la cuestión de Lysenko en relación con otros países. En los medios de la guerra sicológica de 1948, y aún hoy, es frecuente relacionar a Lysenko con el marxismo, de manera que la ridícula explicación que tratan de esbozar es que las aberraciones de Lysenko fueron posibles por el propio carácter aberrante del marxismo. De esa manera no se comprenden los motivos por los cuales en la República Democrática Alemana no se impuso nunca el lysenkismo, de modo que la genética dominante fue de tipo mendeliano, a pesar de que aquel país estaba dirigido por un conocido partido comunista cuyos principios ideológicos eran los mismos que el soviético. Si la vinculación del marxismo con el lysenkismo es tan estrecha como pretenden dar a entender, la pregunta es obvia: ¿No eran realmente comunistas los comunistas alemanes o no lo eran los soviéticos? Esta misma cuestión se puede ampliar fuera del telón de acero, a los partidos comunistas de occidente, dando por supuesto que todos ellos eran igualmente comunistas para no sorprender en el ridículo a los estrategas de la guerra fría. Entre los comunistas de fuera del telón de acero coexistieron (y discutieron y se enfrentaron) los lysenkistas con los mendelistas. Los amantes de los esquemas simples que pretenden asimilar el lysenkismo al lamarckismo también deberían explicar por qué razones, dentro y fuera de la URSS, existieron lamarckistas que criticaron a Lysenko.

La situación no se polarizó hasta una década después, tras la llegada al gobierno de Hitler en 1933: el eugenismo adquirió entonces una filiación reaccionaria mientras el lamarckismo fue la bandera de los progresistas. Muchos de aquellos debates son de un extraordinario valor y serán recuperados en su momento, cuando puedan ser leídos sin la carga emocional que hoy les envuelve. La riqueza de argumentos exhibidos elevó a gran altura la biología soviética, abriendo caminos novedosos, como la teoría del origen de la vida de Oparin, un reflejo del “desarrollo que habían alcanzado las

ideas evolucionistas en Rusia. La biología soviética había heredado de los científicos prerrevolcionarios una corriente de pensamiento darwinista que se mantuvo vigente durante varias décadas y que llevó a la formación de grupos y escuelas que alcanzaron un refinamiento teórico sin igual", afirma Lazcano, quien concluye así: "Hacia 1939 hubiera sido difícil encontrar un país en el mundo en donde la teoría de la evolución estuviera más desarrollada o fuera mejor conocida que en la Unión Soviética" (480). No obstante, también se expusieron planteamientos simplemente ingenuos, como correspondía una sociedad joven, como la soviética. Por ejemplo, A.S.Serebrovski, un opositor de Lysenko, era un eugenista convencido, partidario de la fertilización artificial de las mujeres con un semen portador de las mejores cualidades. Llamaba "antropotecnia" a la eugenesia. Según él, esto permitiría cumplir los planes quinquenales en la mitad de tiempo.

A finales de la década de los veinte, bajo una apariencia darwinista, el mendelismo logró recuperar terreno dentro de la genética soviética. En 1927, durante el V Congreso Internacional de Genética celebrado en Berlín, Muller anunció su descubrimiento de las mutaciones inducidas por radiaciones. El 11 de setiembre de ese mismo año, Serebrovski publicaba en *Pravda* un artículo titulado "Cuatro páginas que estremecen al mundo científico". Supuso un vuelco desfavorable al lamarckismo. Un ejemplo característico de esa tendencia es el caso de V.L.Komarov, vicepresidente de la Academia de Ciencias, un biólogo que progresivamente fue pasando de sus iniciales simpatías lamarckistas hacia el mendelismo. Las nuevas corrientes sintéticas en la genética, con su aparente integración del darwinismo, se introdujeron con fuerza dentro de la URSS, del Partido bolchevique, de las universidades y los centros de investigación. Tras la muerte de Michurin en 1935 Lysenko pasó a encabezar las posiciones científicas antimendelistas, pero la correlación de fuerzas no tardó en cambiar. Aunque fue elegido presidente de la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas en 1937, Lysenko empezaba a estar en minoría y no pudo tener los apoyos políticos y oficiales que la campaña quiere hacer creer: "En la época en que Lysenko presentaba su informe a la Academia de Ciencias, el 'mendelismo-morganismo' era ya una teoría ampliamente aceptada en la Unión Soviética, con destacados partidarios como Poliakov, Zavadovski y Dubinin, quienes difícilmente habrían reconocido el carácter 'idealista' o 'reaccionario' de la teoría cromosómica de la herencia. Sus protestas, desgraciadamente, sirvieron de muy poco" (481).

Es igualmente comprobable que ni todos los que defendían ni todos los que criticaban a Lysenko exponían los mismos argumentos. Por ejemplo, no es fácil compartir los motivos del británico George Bernard Shaw para defender a Lysenko, que se apoyaban en una vaga comprensión de los términos del debate. Shaw decía que frente al mecanicismo vulgar de la teoría sintética, Lysenko defendía una concepción integral de los organismos de la naturaleza como seres dotados de vida. En una carta publicada por el *Saturday Review of Literature*, el genetista Dunn, que había viajado por la Unión Soviética protestaba por la equiparación de todo el conjunto de la biología soviética con las tesis lysenkistas, que no representaban la doctrina "oficial" del país, poniendo un ejemplo odioso para comparar: no se puede juzgar a la biología soviética desde la óptica de Lysenko del mismo modo que no se puede juzgar a la biología estadounidense desde el punto de vista de los creacionistas. Lo mismo expuso el británico Eric Ashby en 1945. También había viajado por la URSS, donde estuvo una larga temporada, publicando a su regreso varios libros sobre la situación de las ciencias soviéticas, su organización académica y científica y sus métodos de investigación. Ashby apreció que en la URSS concurrían diversas corrientes científicas, desde aquellas que manifestaban cierto rechazo hacia la investigación occidental hasta otras que seguían los mismos derroteros que ella. No obstante, considera que, en general, la ciencia soviética era equiparable a la occidental y no parecía estar influida por la filosofía marxista "en absoluto" (482).

A mi juicio el núcleo de la postura de Lysenko no es positiva sino negativa y está constituida por su rechazo a las teorías sintéticas que defendían un mecanismo unilateral por el cual la herencia determina la constitución de los organismos vivos, y si hay que indicar un rasgo positivo fundamental de su pensamiento no es el de ambiente sino el de desarrollo. En muchos aspectos su concepción es similar a la de Conrad H.Waddington (1905-1975) que, no por casualidad, fue entonces equiparado a Lysenko e incluido en el índice de los malditos de la biología (483). Frente a

la escisión entre genotipo y fenotipo, Waddington propuso el término epigénesis, referido al proceso de desarrollo de los organismos, ontogénesis, de los que se había olvidado la genética formalista. Waddington habló de una “asimilación genética”, considerando que los organismos eran capaces de reaccionar a las presiones del entorno modificando su comportamiento, e incluso su estructura. Para Waddington, la capacidad de reacción no era pasiva sino activa y estaba dirigida por los genes. Por medio de la asimilación genética, un tejido convierte un estímulo externo (ambiental) en otro interno (génico) de modo que se vuelve independiente del inductor ambiental. Otro biólogo maldito de la misma época, Richard Goldschmidt (1878-1958), sugirió que la información contenida en el fenotipo, adquirida a lo largo de la vida, se integraba en el genotipo en determinadas condiciones, fijándose en el genoma (fenocopia) y transmitiéndose así a las generaciones sucesivas.

Mantengo dudas, que no estoy en condiciones de resolver ahora, acerca de si la crítica de los lysenkistas fue, al mismo tiempo, capaz de asimilar la médula racional de la genética formalista o si, por el contrario, adoptaron la misma posición errónea que éstos, un rechazo en bloque de las concepciones opuestas. La propaganda burguesa sostiene que existió un repudio total de las concepciones genetistas a causa de su naturaleza idealista. Esta ridícula línea argumental conduciría al absurdo de proceder de idéntica manera con Kant o con Hegel y reprobar, por ejemplo, la dialéctica a causa de su origen idealista. El criterio de Marx y Engels fue otro. Consistió en criticar aquellas concepciones que fueran falsas o erróneas y, por el contrario, incorporar al acerbo científico aquellas nociones certeras, cualquiera que fuese su origen. Pero por encima de todo ello, considero esencial que gracias a la firmeza que demostró en la defensa de sus postulados (otros dirían dogmatismo, fanatismo, intolerancia), la URSS fue uno de los pocos países del mundo en los que pudo contrarrestarse la influencia de la teoría sintética. A causa de ello la propaganda imperialista lanzó en la posguerra su ofensiva de acusaciones falsas en su contra según la cual sus tesis habían conducido a la prohibición de la genética, al cierre de los laboratorios y el encarcelamiento de los biólogos opuestos a sus tesis.

Vamos a comprobar la falsedad de esta campaña.

Un campesino humilde en la Academia

En 1917 llegaron al poder en Rusia los obreros y los campesinos más pobres, los que hasta entonces habían sido siervos humildes y analfabetos, como Michurin, un obrero ferroviario apasionado de la botánica, y como Lysenko, un campesino ucraniano, a quienes el poder soviético permitió estudiar y adecuar la ciencia a las prácticas agrícolas y ganaderas más avanzadas del momento para ponerlas al servicio de los sectores más oprimidos y de sus necesidades.

Lysenko y otros como él se pusieron a la cabeza de las instituciones sociales que se ocupaban de las ciencias, para lo cual antes hubo que desalojar de esas mismas instituciones a los burgueses académicos, universitarios y oscurantistas que hasta entonces habían manejado la ciencia en provecho de su clase, de la explotación y de sus intereses particulares. En 1917 la población sometida a la autocracia zarista era analfabeta, los estudiantes eran una casta privilegiada procedente de la aristocracia y la alta burguesía. Los poco más de 11.000 científicos, que cobraban 20 ó 30 veces más que un obrero especializado, vivían a espaldas de las necesidades y de los intereses de los obreros y campesinos. Tras la revolución de octubre su situación fue idéntica a la de los demás especialistas, artistas e intelectuales; unos se exiliaron y otros permanecieron, bien para colaborar lealmente en la construcción del socialismo o bien para sabotearlo. El caso de Pavlov es bien sintomático. Vivió los 20 últimos años de su vida en la URSS y, aunque los bolcheviques no escatimaron elogios a sus investigaciones, él no perdió ocasión de criticar la construcción del socialismo en su país, aunque tampoco lo abandonó. Sus críticas jamás fueron un obstáculo para que el Estado soviético financiara y apoyara con decisión sus investigaciones, poniendo a su disposición toda clase de recursos y medios materiales, lo cual pone de manifiesto que la promoción científica no tuvo en cuenta criterios políticos o ideológicos subjetivos basados en simpatías o antipatías, filias o fobias, hacia la construcción del socialismo.

En el mismo terreno que Pavlov, el neurofisiólogo Bejterev presenta la otra faceta de los alineamientos políticos de los científicos respecto al Estado soviético. Bejterev también era una personalidad acreditada antes de 1917, ajena por completo a los bolcheviques. Pero, a diferencia de Pavolv, después de la revolución no sólo se adhirió a ella sino que estudió la dialéctica materialista y consideró que sus tesis reflexológicas eran su única expresión científica en el terreno de la sicología. En esta disciplina se desataron otras tantas polémicas entre distintas corrientes, paralelas a las que se conocen en la biología.

Los alineamientos iniciales de los científicos hacia el poder soviético no siempre se mantuvieron indefinidamente. Hubo científicos que permanecieron en la posición que habían adoptado inicialmente y otros la modificaron, cambiando de bando en un momento determinado de su biografía personal o de la historia del país. Por ejemplo, el director del Instituto de Genética Médica, S.G. Levit, comenzó defendiendo la teoría de que para el marxismo era fundamental la herencia de los caracteres adquiridos, aunque luego su punto de vista cambió, pasando a sostener que sólo la selección natural y la teoría cromosómica de la herencia eran conformes al materialismo dialéctico. Fue algo característico de la larga controversia lysenkista que no sólo aconteció en la URSS sino también en otros países. Así, el biólogo comunista británico James Fyfe se inició en la polémica combatiendo a Lysenko y acabó en el bando contrario. Por el contrario, el inmunólogo Milan Hasek, militante del Partido Comunista de Checoslovaquia, empezó en las filas del lysenkismo para pasarse al mendelismo años después.

Como consecuencia de la trayectoria histórica de la URSS y del propio proceso de alfabetización, la composición de clase de los científicos cambió radicalmente y sus condiciones materiales de vida también cambiaron, especialmente en los años veinte, cuando surgieron los llamados “científicos descalzos”, de los que Lysenko fue el prototipo, técnicos surgidos desde las entrañas mismas de la nueva sociedad. Como muchos otros, Lysenko era un humilde campesino que tuvo la oportunidad de formarse y llegó hasta la presidencia de la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas. Sin la revolución de 1917 Lysenko hubiera sido un anónimo campesino, sujeto de por vida a un arado de madera. La alfabetización y las facilidades para cursar estudios avanzados promocionaron a estos “científicos descalzos”, convirtiendo la controversia lysenkista -y a otras controversias científicas similares- en un fenómeno de masas desconocido en los países capitalistas, donde tales discusiones apenas trascienden del reducido círculo de especialistas. Como cualquier otro fenómeno de masas, no se trató sólo de una debate científico sino a la vez científico y político. En la URSS los campesinos habían dejado de ser los receptores pasivos de técnicas y procedimientos salidos de los laboratorios y universidades. Más bien al contrario, eran los laboratorios y universidades los que debían ponerse al servicio de los campesinos y sus cooperativas. Fue un cambio a la vez cualitativo y cuantitativo que se produjo en medio de una guerra, de un bloqueo internacional y de una situación económica lamentable. A pesar de las dificultades de la guerra civil, dice Medvedev, los científicos “recibieron un apoyo inmenso, tomando en consideración los recursos limitados de un país empobrecido”. Se fundaron nuevos laboratorios e institutos de investigación: “Si se compara el grado de adelanto científico y tecnológico en la Unión Soviética entre 1922 y 1928 con el de un periodo similar anterior a la Revolución, se descubre un enorme impulso en los programas de investigación y educación” (484). Entre 1929 y 1937 se triplicó el número de académicos y el de estudiantes de agricultura aumentó seis veces. Si en 1913 había en Rusia menos de 300 universidades, escuelas superiores y centros de investigación, en 1940 el número superaba los 2.359. En los años veinte el número de investigadores se acercó ya a los 150.000, en 1953 subió a 250.000 y en 1964 a 650.000. En 1922 el número de publicaciones de investigación se cuadruplicó respecto al año anterior y al siguiente se multiplicó por ocho. En vispera de la II Guerra Mundial, la inversión en ciencia y tecnología ascendía al uno por ciento, un porcentaje que, como reconoce Huxley, era seis veces superior al estadounidense y diez veces superior al británico (485). El balance de Maddison es el siguiente:

> La URSS también hizo una muy grande inversión en educación y adiestramiento en este periodo y fue el primer país que planteó su educación en forma sistemática para

> promover el desarrollo económico. Esta inversión en educación era muy necesaria considerando el bajo nivel que había heredado la Unión Soviética de la Rusia zarista, y la salida de mucha gente con educación y de técnicos durante la revolución. El esfuerzo educacional aumentó notablemente la calidad de la mano de obra disponible y proveyó de capacidad técnica y administrativa para usar efectivamente la inversión nueva. El costo de la educación fue una de las principales razones por las cuales el gasto en servicios comunales se elevó del 5 al 10% del PNB en los años 30, aun cuando parte de este gasto se dedicó a mejorar los servicios de salud pública.
>
> Entre 1920 y 1939, el anafabetismo fue eliminado entre la población menor de 50 años. En 1913, el número personas con educación superior dentro de la fuerza de trabajo fue sólo de 136.000 pero al fin de la era staliniana eran cerca de 1'8 millones. El esfuerzo para entrenar, preparar técnicos de nivel medio fue incluso mayor que la educación superior. Antes de la revolución, Rusia sufría la misma escasez de técnicos de nivel medio que plaga ahora a muchos países en desarrollo. Eran más escasos que las personas con educación superior. En 1913, había sólo 54.000 de ellos, pero para finales de la era staliniana, había 2'5 millones (486).

La revolución de 1917 no sólo alteró los fundamentos económicos de la vieja sociedad zarista, sino que sembró de interrogantes todas las concepciones del mundo que hasta aquel momento se habían presentado como intocables. No existían precedentes de un cambio tan drástico que, además, acarreó en algunas corrientes la pretensión errónea de que todo -absolutamente todo- debía cambiar, de que había que empezar desde cero, de que nada de lo anterior era válido. Estimuló las discusiones hasta extremos difícilmente concebibles, cuando no existían modelos previos sobre los que asentar algunas conclusiones previas. Las controversias científicas empezaron a presentar un nuevo aspecto. En ellas se vio involucrado el marxismo de una manera multifacética y no en base al esquema simplista que quisieron presentar durante la guerra fría. Graham lo ha expuesto de la manera siguiente:

> En ninguno de estos dos casos [Oparin y Lysenko] consta de modo evidente que el marxismo como sistema de pensamiento, haya tenido alcance en la génesis de las interpretaciones de los fenómenos biológicos conocidas respectivamente como hipótesis Oparin-Haldane y teoría de la herencia de Lysenko. En ambos casos, sin embargo, los principales actores -en algunas ocasiones con posterioridad a la formulacióp de sus hipótesis- declararon expresamente que el marxismo había ejercido una influencia importante en su pensamiento biológico (487).

En la URSS había varios tipos de marxismos de procedencias diversas, no todos ellos integrantes del Partido bolchevique. Así, en el Ministerio de Agricultura eran muy influyentes los antiguos miembros del partido socialista revolucionario, un grupo político de origen anarquista y campesino que había adoptado el marxismo como ideología propia. Coexistieron varios grupos de características parecidas, algunos de los cuales, pero no todos, se integraron dentro del Partido bolchevique, que se convirtió en la principal fuerza ideológica, pero nunca en la única. Esos grupos, dentro y fuera del partido bolchevique, mantuvieron continuas posiciones enfrentadas sobre las más diversas cuestiones, una de las cuales fue la biología.

A modo de ejemplo del ambiente en el que disputaban todas aquellas corrientes, puede ponerse el caso de Bogdanov, cuyo nombre real era A.A.Malinovski. Médico y autor de un manual clásico de economía marxista, Bogdanov había sido dirigente del Partido bolchevique, aunque fue expulsado de él en 1909 por su incorporación al empiriocriticismo. No obstante, siguió siendo muy influyente en los distintos círculos marxistas rusos, incluso después de la Revolución de 1917. Sus concepciones alcanzaban áreas tan variadas como la economía, el arte, la ciencia y la filosofía, en las que realizó aportaciones que, al margen de su acierto, eran enormemente originales (487b). En

torno a sus concepciones se creó el movimiento *proletkult* o “cultura proletaria”, una de las que pretendía hacer tabla rasa del pasado, por ejemplo, disolviendo las Academias de Ciencias. Fue el movimiento *proletkult* el que impulsó en la URSS la idea errónea de la existencia de “dos ciencias” de naturaleza distinta y enfrentadas entre sí por su propio origen de clase. Reivindicaba no las creaciones intelectuales del proletariado como clase sino cualquier clase de creación cuyo origen estuviera en uno de aquellos nuevos “científicos descalzos”. Pero una cosa era estimular la ciencia entre los trabajadores y campesinos y otra, muy distinta, dar validez científica a cualquier clase de aportación por el mero hecho de su origen social. Los “científicos descalzos” se equivocan tanto como los de traje y corbata. La Oposición Obrera, una fracción interna que existió durante un cierto tiempo dentro del partido bolchevique, apoyaba a *proletkult*, manteniendo una posición ultraizquierdista respecto a los especialistas en general y a los científicos e intelectuales en particular. Todo ese cúmulo abigarrado de corrientes estuvieron presentes en los debates científicos a partir de los años veinte, a pesar de las críticas que contra ellas expuso el Partido bolchevique. Stalin, por ejemplo, calificó de “trogloditas” a los miembros de *proletkult*. El primer ministro soviético de Educación, que permeneció en el cargo desde 1917 hasta 1935, fue Lunacharski, un antiguo defensor de las concepciones de Bogdanov. De ahí que muchas de las iniciativas de los seguidores de *proletkult* pasen como si se tratara del punto de vista oficial del Partido bolchevique o de todos los marxistas soviéticos porque la propaganda les presenta a todos como si formaran parte de un mismo bloque monolítico.

Después de una larga polémica, en 1927 las tendencias ultraizquierdistas habían sido vencidas con la derrota del trotskismo y demás corrientes asociadas a ese movimiento. Se inicia inmediatamente una nueva etapa, de signo contrario, derechista, que se prolonga hasta 1931, denominada entonces como “revolución cultural”, teniendo sus raíces en los problemas políticos y filosóficos de la etapa final de la NEP. Su cabeza visible fue Bujarin, entonces presidente de la Internacional Comunista, partidario de continuar con la NEP que, según su criterio, era un modelo general para la construcción del socialismo. A Bujarin está asociado el filósofo A.M.Deborin, un menchevique que se afilió con los bolcheviques en 1928. Sus concepciones fueron dominantes en la segunda mitad de los años veinte y fueron realmente ellos quienes abrieron el debate sobre la genética en la URSS. En esta etapa la influencia de Deborin aupó a los mendelistas soviéticos a las posiciones de dirección de las instituciones científicas soviéticas.

Lo mismo que en la URSS, también en Inglaterra en la década de los años treinta del siglo pasado se produce un fenómeno de “politización de los científicos”, muy difícil de deslindar de la “politización de la ciencia”. Uno de sus ejemplos es Haldane y el movimiento *Social Relations of Science* cuyo objetivo era la participación de los científicos en las contiendas políticas. En Inglaterra resultó decisiva la participación de la delegación soviética en el congreso de historia de la ciencia en 1931. En 1937 Haldane se declaró marxista y en 1942 se afilió al partido comunista.

La política del Estado soviético hacia los especialistas siguió siendo una parte muy importante del debate, con ramificaciones en el arte, el ejército, la enseñanza, la ciencia y la tecnología. Después de diez años de revolución los científicos descalzos aún no habían logrado desplazar a los especialistas burgueses y los científicos comprometidos con la construcción del socialismo eran una minoría insignificante en los centros de enseñanza e investigación. Ningún miembro de la Academia de Ciencias era aún militante del partido bolchevique. Con su revolución cultural los deborinistas pretendieron remediar esa situación de una manera artificiosa pero su postura no era diferente de la de *proletkult*. No se trataba de sustituir a una clase por otra sino una ideología por otra, por la suya, es decir, de acaparar las posiciones rectoras de la filosofía y la ciencia soviéticas. Los mendelistas soviéticos rompieron las escuelas tradicionales de la biología rusa, declarando que no había escuelas científicas, sino que sólo había una escuela de partido, siendo las demás escuelas antipartido. En abril de 1929 M.N. Pokrovski, director de la Academia de Comunismo llamó a poner fin a la coexistencia pacífica con los naturalistas no marxistas y superar el “fetichismo ante los científicos burgueses”. Poco después, en la Segunda Conferencia de organizaciones marxistas-leninistas, los mecanicistas fueron condenados porque la ciencia natural contemporánea, en sí misma, era

dialéctica. En gran parte el compromiso ideológico de esta generación de biólogos derivó de la proximidad a sus maestros de la socialdemocracia alemana, entre ellos M.L.Levin y Julius Schaxel: *Erster Marxist unter den Biologen und erster Biologe unter den Marxisten* ("los primeros marxistas entre los biólogos y los primeros biólogos entre los marxistas"). En el terreno de la biología estas posiciones fueron defendidas por mendelistas como I.I.Agol, S.G.Levit, V.N. Slepkov, E.A.Finkelstein y A.S. Serebrovski y otros, como el filósofo I.I.Prezent inicialmente, antes de convertirse en uno de los mayores defensores del lysenkismo. En los años de la revolución cultural, Prezent dirigía en Leningrado las secciones de ciencias naturales de varias asociaciones marxistas. Fueron ellos, los mendelistas, quienes cambiaron el lenguaje de la biología soviética, aproximándolo al marxismo y a las polémicas políticas de la época. Los opositores a Deborin en filosofía y al mendelismo en biología fueron objeto de constantes críticas. Calificaban a sus oponentes de lamarckistas, acusándoles de incurrir en el mecanicismo, misticismo, idealismo y vitalismo. El 20 de noviembre de 1926 hablando a la Academia Comunista Serebrovsky llamó a "dispersar la niebla de lamarckismo". Levantaron una tempestad para devorar pero acabaron devorados.

En el terreno político el deborinismo pretendió subordinar la ciencia a la política. Estaba "más próxima a una defensa del control político de la investigación científica" (488). Pretendieron acomodar el desarrollo de la ciencia a sus propios postulados ideológicos. Los mendelistas soviéticos sostenían que la teoría sintética era una demostración de la pujanza de la dialéctica materialista en las ciencias naturales. No obstante, la frivolidad de Valpuesta le permite presentar los acontecimientos al revés. Según él "las luchas de poder en los medios científicos" se entablaron entre "la vieja guardia de investigadores profesionales, seguidores de las ideas mendelianas, y una nueva ola de científico-políticos, educados en el marxismo, ejemplificas en la siniestra figura de Trofim Lysenko, un científico mediocre pero una político hábil entre los círculos de poder" (489). La presentación de los mendelistas como los auténticos científicos "neutros" y los demás como oportunistas trepadores, no es sólo una invención huérfana de respaldo histórico: es lo más opuesto que Valpuesta ha sido capaz de contraponer a la verdadera secuencia de acontecimientos. Es otra demostración de que el linchamiento de Lysenko es una sucesión de fraudes a cada cual más delirante.

En la conferencia de abril de 1929, los deborinistas pasaron a la ofensiva pero no lograron su propósito, arrastrando en su fracaso a los mendelistas. Hacia 1930 sus tesis fueron rechazadas, la filosofía de Deborin fue tildada de idealista y su corriente de capitulación ante la ideología burguesa, de separar la teoría de la práctica, de academicismo e indiferencia política. El organizador de las milicias obreras en Alemania, el matemático E. Kolman, se convirtió en director de la Asociación de Ciencias Naturales a principios de 1931. Entre otras cosas Kolman afirmó que los genetistas estaban apoyando medidas eugenésicas. El lugar de los mendelistas a la cabeza de las instituciones académicas y la prensa fue ocupado por otra corriente dirigida por el embriólogo B.P.Tokin, de la que formaban parte conocidos científicos como A.N. Bach, B.A.Keller, V.R.Williams, A.I. Oparin, A.B. Nemilov y V.P.Bushinski. El botánico N.I. Vavilov (1887–1943) fue otro de los científicos que formaron parte de este movimiento. Tokin criticó a las corrientes en liza por ser antimarxistas, manifestándose partidario de crear una nueva tendencia verdaderamente marxista en biología. Junto con Vavilov, Tokin mantenía una posición conciliadora y vacilante entre los materialistas mecanicistas y los idealistas mencheviques. Lepechinskaia forzó una investigación contra Tokin por parte de la Comisión Central de Control del Partido bolchevique. Por otro lado, en el diario "Pensamiento Económico" un artículo redactado por A.K. Kol, un alumno de Vavilov, aunque apareció como editorial apócrifo, acusaba a su maestro de separar la teoría de la práctica, de acumular plantas exóticas y no concentrarse en la producción agrícola de los koljoses y sovjoses. Vavilov fue citado por el gobierno para responder de esas críticas.

Tras el vendaval de la revolución cultural se siguieron publicando libros de texto de biología ajenos al marxismo. En el verano de 1932 se liquidaron las organizaciones y revistas creadas para la subordinación de la biología al marxismo y la genética salió reforzada de aquella primera prueba.

En el Primer Congreso de selección, cultivo de semillas, animales y granjas de cría, fue considerada como un modelo de ciencia. No sólo era capaz de crear sino también de transferir sus logros al campo, al terreno práctico. Comparando el genetista con un creador, Vavilov dijo que el genetista "debe actuar como un ingeniero, no sólo está obligado a estudiar los materiales para la construcción, sino que puede y debe crear nuevos tipos de organismos vivos". Vavilov incluyó el Instituto de genética y selección de Odesa, donde trabajaba Lysenko entre los organismos que "se habían superado los científicos organizaciones del mundo entero". Los genetistas soviéticos -incluido Vavilov- comenzaron a sobrevalorar los métodos rápidos de cultivo agrícola.

Las academias desempeñaron un papel protagonista de primer orden en aquellas discusiones científicas e ideológicas. No habían sido una creación soviética sino que su existencia se remonta a Pedro I El Grande en el siglo XVIII, eran de carácter estrictamente científico, se regían por sus propios estatutos y sus cargos se elegían mediante escrutinio secreto. Sin embargo, la de Ciencias Agrícolas fue fundada por Vavilov, quien en 1919, en plena guerra civil, organizó en Petrogrado un laboratorio de botánica aplicada que luego se convirtió en Instituto de Agronomía Experimental y finalmente, en 1929, en la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas, presidida por el propio Vavilov. Con excepción de su escaño como diputado del Soviet Supremo, ese fue el único cargo que desde 1937 ocupó Lysenko a lo largo de toda su vida y era un nombramiento de enorme prestigio incluso fuera de la URSS. Un asiento en cualquier academia era la culminación de su carrera para cualquier científico; otorgaba derecho a un sueldo vitalicio que era mayor que el de un ministro del gobierno: "Aún en la actualidad -escribía Medvedev en los años setenta- el cargo de presidente de la Academia de Ciencias de la URSS tiene más influencia que el de ministro del gobierno, y su sustitución es un asunto más importante para el Partido que el reemplazo de un ministro en la mayor parte de las ramas de la industria" (490). La Academia no era un órgano del Ministerio de Agricultura, ni del Partido bolchevique sino una asociación de científicos de las más variadas procedencias ideológicas para discutir y debatir acerca de asuntos de su especialidad (491). Desde luego la política agraria implementada en la URSS quedaba fuera de la competencia de la Academia.

Como en cualquier otro país, en la URSS coexistían tanto organizaciones científicas públicas como privadas. Funcionaban nada menos que 118 academias de ciencias, de las cuales 29 tenían relación con las distintas ramas de la biología; además había otros 965 Institutos de Investigación Científica, estaciones y explotaciones agrarias experimentales dependientes del Ministerio de Agricultura y unos pocos más dependientes de la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas. También existía la Asociación de Científicos y Técnicos para el Apoyo de la Construcción Socialista (*Varnitso*), dirigida por el bioquímico A.N.Bach, militante del Partido bolchevique desde 1912 y, junto con Timiriazev, uno de los científicos más influyentes en las discusiones de la época. Además del Ministerio de Agricultura, existía también el Ministerio de Educación y Ciencia, del cual dependía una agencia pública específica encargada de promover la investigación científica (*Glavnauka*). La enseñanza universitaria tampoco dependía de la Academia que presidía Lysenko sino de los referidos Ministerios. El de Agricultura, por ejemplo, disponía de 14.000 investigadores sobre el terreno. En todos esos organismos concurrían diferentes correlaciones de fuerzas entre una corrientes y otras. Pero a su vez, todos ellos dependían para su financiación del Consejo Supremo de Economía, también afectado por las polémicas científicas e ideológicas del momento. Un panorama muy distinto y muchísimo más complejo del que la campaña de linchamiento quiso hacer creer en la posguerra mundial. Lo que parece evidente es que cualquiera de esas organizaciones tuvo un protagonismo en las discusiones mucho mayor que el Partido bolchevique, que pocas "órdenes" podía impartir cuando, a su vez, estaba internamente dividido. Como escribe Bernal: "La discusión fue iniciada y llevada a cabo entre hombres de ciencia, y ellos mismos fueron quienes arribaron a la decisión final. En ningún momento dentro de esa etapa intervino en el asunto el gobierno o el partido, y el propio Lysenko no era miembro del partido comunista. En ningún sentido se puede decir que la teoría haya emanado del marxismo. Solamente uno o dos filósofos marxistas la apoyaron, y no fueron de los más eminentes" (492).

En la caza de brujas de 1948 uno de los aspectos más sobresalientes es la miseria intelectual, el menosprecio, la burla y la chabacanería, que aparecen concentrados no sobre los escritos de Lysenko sino sobre su persona. La colección de insultos y gruesas descalificaciones es descomunal. No quiero ni imaginar lo que hubiera sucedido si Lysenko hubiera podido ser involucrado, como el jesuita Teilhard de Chardin, en una falsificación como la de los restos fósiles de Piltdown (493). Al agrónomo soviético tampoco se le pueden imputar ninguna de esas acciones, tan características de la élite científica capitalista, donde es habitual que figuren como autores de cientos de artículos anuales quienes ni los han redactado y ni siquiera leído (494). No se le puede reprochar la participación en turbias manipulaciones de ese estilo. No parece haber ningún motivo aparente, pues, para esa catarata de improperios. Ni siquiera se pueden escudar en la equivocación de las tesis lysenkistas porque las soflamas de la guerra fría pasaban por alto la exposición de su contenido. Aún suponiendo que todas ellas fueran erróneas, ¿son pertinentes los adjetivos utilizados? ¿Fue Lysenko el primer científico en la historia que se equivocó? Estas preguntas no tienen ningún sentido dentro del linchamiento porque no es eso lo que se discutió: eso fue un punto de partida, un axioma y, a partir de ahí, el dogma había que utilizarlo como arma arrojadiza contra la URSS. Lysenko sólo era una excusa. Por consiguiente, es en esos científicos a sueldo en donde -como se observa- no hay nada que argumentar porque no hay ningún tipo de ciencia; su tarea es exclusivamente política. De ahí que se permitan la licencia de denostar algo que nunca se van a tomar la molestia de examinar con un mínimo de atención. De ahí también su agresividad porque no apelan a la razón sino que tratan de suscitar emociones. Mientras los juicios son para razonar y para debatir, los linchamientos empiezan poniendo la soga en el cuello de quien -de antemano- está condenado.

Del tono de la misma da una idea el hecho de que Mayr hable del “odioso” lysenkismo (495) y que el genetista Dobzhansky califique a Lysenko de “hijo de puta”, y de su obra “La herencia y su variabilidad”, que Dobzhansky tradujo al inglés, dijo que era un “excremento”. Recientemente Watson escribía en uno de sus libelos monotemáticos que la ciencia soviética se había convertido en un chiste (496) y los esposos Medawar, premio Nobel de Medicina él en 1960, ofrecen otro ejemplo clamoroso de ese tono en uno de los diccionarios más absurdos que pueden encontrarse, en el cual dejan un sitio para la voz “lisencoísmo”, entre las pocas que merecen su consideración. Normalmente los diccionarios de biología contienen muchos cientos de expresiones singulares, pero no es éste el caso del redactado por los Medawar, que sólo acogen unas pocas locuciones técnicas, por lo que cabe sospechar que han incluido en él las que han considerado más relevantes, entre las cuales cabe reseñar las de “lisencoísmo” y “lamarckismo”, corrientes a las que consideran estrechamente emparentadas entre sí. Por otro lado, se trata de una obra de los años ochenta, es decir, que la furia persecutoria no tenía visos de remitir. El diagnóstico científico de los Medawar sobre el debate es que Lysenko era estúpido: “La genética no es un tema fácil, y es posible que gran parte del lisencoísmo se originara del intenso resentimiento de Lysenko hacia un tema demasiado difícil para su entendimiento”. En un diccionario calificado de “filosófico” no existen argumentos de carácter objetivo sino evaluaciones personales del tipo siguiente: Lysenko era un “genio maléfico de la genética y agrobiología rusas”, capaz “por sí solo” de detener “la enseñanza y práctica en Rusia de la ‘genética mendelista-morganista’ (esto es, de la genética) y produjo la caída de las principales personas que la practicaban” (497).

En el “asunto” Lysenko lo que menos importa es Lysenko. Para la historia de la ciencia es mucho más apasionante descubrir a los tejedores de esta farsa, resentidos como Valery N. Soyfer, a quien el cambio de siglo no calmó su fobia antilysenkista (498). Soyfer es uno de esos residuos del anticomunismo visceral de la guerra fría, siendo su credibilidad una muestra del adocenamiento de la ciencia contemporánea. Como Buican y otros obsesos del “asunto” Lysenko, Soyfer es un autor reciclado: nació en la URSS y se exilió a Estados Unidos, donde fue nombrado profesor de biología de la Universidad de Ohio. La caída del régimen imperante en su país de origen no sació su resentimiento. Sus escritos están sazonados de expresiones truculentas, tales como “tragedia”, “criminal” que en materia científica sólo es posible encontrar en los escritos relativos al “asunto”

Lysenko. Actualmente es uno de los dirigentes del equipo consultivo de George Soros en materia de ciencia y ecología en Rusia, un tentáculo de los servicios de inteligencia de Estados Unidos. En 1999 el contraespionaje ruso acusó a su hermano de un delito de espionaje y alta traición por estar en posesión de fotografías y documentos secretos de utilidad para el programa de armas de alta precisión de la OTAN.

En el linchamiento el propio estilo utilizado denota claramente su origen militar y nunca se desprendió de ese tufo cuartelero, más propio de sargento chusquero que de controversia académica. Si algo caracteriza al espionaje es la falta de escrúpulos, algo que ha contagiado al caso Lysenko con su singular marchamo. En cualquier pelea tabernaria la facilidad cobarde que proporciona la indefensión del contrario eleva siempre el tono de la disputa. Tan importante como la cantidad fue la calidad de la campaña. El lysenkismo se convirtió en una materia de investigación por sí mismo, saltando de las páginas de las revistas especializadas, y por lo tanto de alcance muy minoritario, a la prensa diaria, que no quiere entender de las alambicadas argumentaciones técnicas que suelen esgrimir los científicos. El 23 de diciembre de 1948 un editorial del diario franquista ABC introducía a los lectores españoles en el conocimiento del lysenkoísmo, un nuevo vocablo que calificaba de mágico y cabalístico: “El abracadabra del siglo XX”. Según ABC Lysenko era un “ruso” capaz de convertir un sapo en una rana y un clavel en una sandía. Los milagros de la ciencia soviética eran asombrosos, continuaba el diario madrileño: Lysenko también había creado tomates del tamaño de un tronco de roble centenario. Pero cuando presentó sus tomates en la academia de ciencias, algunos le pidieron explicaciones; entonces Lysenko reaccionó calificándoles de saboteadores y todos ellos dieron con sus huesos en el gulag. Desde entonces, seguía el editorialista, nadie había vuelto a hablar de los tomates de Lysenko, ni tampoco de sus enemigos. El dignóstico concluye calificando así el estado de la ciencia en la URSS: garrulería, charlatanismo, impostura, curandería y ciencia apócrifa. Pero lo único apócrifo del editorial era el propio editorial, que reconvertía a H.J.Muller en un ginecólogo recién dimitido de su cargo en Moscú porque el lysenkoísmo es “el más escandaloso fenómeno de falseamiento conocido en la historia de las sociedades humanas”. El falseamiento, pues, estaba en Lysenko, no en el editorial del diario madrileño.

En esa misma línea intoxicadora, para dar cuenta del informe de Lysenko a la Academia el diario *Los Angeles Times* tituló su portada “La aplicación del marxismo al crecimiento de los tomates” el 25 de agosto de 1948. Se preparaba la “caza de brujas” del senador McCarthy. No bastaron los engaños y las tergiversaciones sino que para llegar al gran público también era necesario el sensacionalismo. La campaña pasó de las revistas especializadas a los diarios de información general porque ya no era una errónea tesis científica lo que se estaba criticando sino que subyacía un problema de clase, un racismo social y un odio feroz hacia el socialismo. La biología no era más que un excusa.

Los mendelistas académicos siempre consideraron a Lysenko como un advenedizo, un intruso, porque no procedía de la universidad, no tenía título. En lugar de alegrarse por la llegada de alguien ajeno a su círculo de referencia, de un trabajador humilde, les salió a relucir su estrecha mentalidad burguesa en la que encierran un odio de clase apenas disimulado. En 1937 a un profesor universitario -Vavilov- le sucedió un campesino autodidacta -Lysenko- en la presidencia de la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas, poniéndose por encima de todos los licenciados, a algunos de los cuales cabe imaginar heridos en su vanidad y carcomidos por los celos y la envidia. En los países capitalistas se puso de manifiesto el carácter partidista y beligerante de los científicos que se prestaron a colaborar, cuyo entusiasmo estuvo movido, más que nada, por motivos lucrativos. A ellos la defensa de unas determinadas concepciones científicas les traía sin cuidado; eran mercenarios. En sus firmas ponían sus títulos académicos pero en los artículos poco más que desprecio se podía encontrar. Los lectores no merecían sofisticadas teorías genetistas sino descalificaciones absolutas.

Uno de los comentarios que nunca pueden faltar en la intoxicación propagandística es la falta de títulos académicos de Lysenko, su formación autodidacta, un lastre imperdonable que exime a sus

críticos de la ardua tarea de leer sus obras. No será necesario recordar que ni Darwin ni Mendel necesitaron colgar certificados académicos en la pared para llevar a cabo sus investigaciones. En algunas ciencias, como la arqueología, la informática o la astronomía, por ejemplo, ser un aficionado es algo corriente y bastante bien considerado, hasta el punto de que algunos autodidactas han realizado verdaderos descubrimientos que han hecho historia (498c). El descubridor de la tabla de los elementos químicos, del equivalente mecánico del calor y del primer principio de la termodinámica no fue un físico, sino un médico, el alemán Robert Meyer. El descubridor de la vacunación, Edward Jenner, no pudo obtener su título de medicina, que a finales del siglo XVIII sólo expedían las Universidades de Oxford y Cambridge en toda Inglaterra a cambio de una importante cantidad de dinero. Después del triunfo de la filosofía de Locke, en Inglaterra la medicina conocía esta misma polémica entre los "médicos" y los "empíricos", entre un conocimiento libresco procedente de los centros de enseñanza y otro práctico estrechamente ligado a una cultura oral, tradicional. Los titulados despreciaban a los empíricos y, aunque lo justificaban con excusas aparentemente científicas, el problema es que les hacían la competencia. Tras su progresivo proceso de formalización, iniciado en 1911 en Estados Unidos, la soberbia de la medicina académica ha crecido exponencialmente.

Habitualmente el término "aficionado" se utiliza como modo de expresar que la persona desempeña su tarea de forma altruista, que no vive de ello, lo cual sería merecedor de los mayores elogios. En este sentido Lysenko era un profesional de la agronomía, por lo que la argumentación *ad hominem* contra Lysenko es, una vez más, falsa. Tenía más títulos académicos que Mendel y Darwin juntos. Estudió en las escuelas de horticultura de Poltava (1913) y Uman (1917-1920). En 1921 siguió los cursos impartidos por el *Sugar Trust* y trabajó en sus estaciones experimentales en Verjiachka, cerca de Kiev (1921), y Belaya Tserkov (1922-1925), que fueron simultáneos a sus estudios en el Instituto de Agronomía de Kiev entre 1921 y 1925. A eso Watson le llama ser un "campesino inculto", "casi analfabeto" (499). Tratándose de ciencia, es preferible ser tan analfabeto como Lysenko que tan mentiroso como Watson.

Las argumentaciones *ad hominem*, características de la caza de brujas, se vierten cuando no las hay sobre el fondo del asunto, o cuando no se conocen. Es característico de la misma escolástica contra la que ya se había rebelado la ciencia en el siglo XVI afirmando que la certeza del conocimiento no se apoya ni en títulos ni en autoridades, sino en su capacidad para explicar los hechos y fenómenos empíricos. Pero los mendelistas han convertido a la genética en una nueva escolástica en la que los hechos y argumentaciones importan menos que los galardones oficiales de los firmantes y las publicaciones "de prestigio" que visten sus doctrinas, debidamente revisadas por otros escolásticos de parecida factura.

A caballo entre su país de origen y el de adopción, Dobzhansky debía sentirse especialmente frustrado porque Lysenko había sido alumno suyo. ¿Un caso de mal aprendizaje o de enseñanza defectuosa? ¿De envidia quizá? Lo más probable es que Dobzhansky debiera eterna gratitud a su amo Rockefeller que le pagó el billete sin retorno a Estados Unidos. Probablemente se sentía frustrado porque Hitler no había logrado el propósito que perseguía cuando invadió la URSS en 1941, como había pronosticado. También pronosticó que se establecería un gobierno fascista en Estados Unidos, y falló. ¿En qué acertó Dobzhansky? El ucraniano era un científico del mismo corte que Huxley; dos años antes de lanzarse a la campaña, cuando ya se conocían las atrocidades nazis había escrito un libro titulado "Herencia, raza y sociedad" para dar una nueva fundamentación al concepto de raza, que ya no debía establecerse sobre consideraciones antropológicas sino genéticas: "Las razas son poblaciones que difieren en la frecuencia relativa de alguno de sus genes", dice. Esta definición "científica" conduce a una clara conclusión política: "No hay razón que indique que la igualdad de todos los hombres debe constituir nuestra meta" (500).

Dobzhansky fue uno de quienes propagaron (501) la falsedad según la cual Vavilov murió en la deportación en Magadan (Siberia). Lo cierto es que Vavilov murió en la prisión de Saratov, una población a orillas del Volga cercana a Stalingrado y en el transcurso de la gigantesca batalla que allá se libró contra el ejército alemán. La obra de Lysenko era un excremento, pero ¿cómo calificar

la de Dobzhansky?

Ayala, un sacerdote dominico epígono de Dobzhansky, es uno de tantos partidarios de la teoría sintética capaz de escribir sobre Lysenko sin haber leído ninguno de sus escritos, por lo que sus únicas fuentes de información son los rumores, cotilleos y citas de segunda mano, es decir, un ejemplo de impecable proceder científico. Quizá haya sido esa doble condición (la de sacerdote católico y la frivolidad científica) la que le llevó a ser nombrado asesor científico de Clinton. Como tantos otros biólogos, Ayala está mucho más próximo al poder político de lo que pudo estar Lysenko en su época. Pero nadie ha considerado el doble compromiso religioso y político de Ayala como un condicionante de sus absurdas teorías científicas. Tampoco su execrable estilo crítico. En efecto, cuando Ayala tiene necesidad de proporcionar algo más de información a sus lectores contra su víctima propiciatoria, no duda en sacarse el conejo de la chistera, como si de un espectáculo circense se tratara. Se refiere a Lysenko como si hubiera intimado con él; le describe como “un charlatán oportunista con pretensiones de ser un gran científico revolucionario”, desde luego el “contraejemplo dramático” de los logros de Mendel. Donde el checo personifica la ciencia, el ucraniano personifica la política, en el peor y más vulgar sentido de la actividad política, que quizá sea el único en el que Ayala ha participado. Desde luego un predicador de sacristía como Ayala no vacila a la hora de imaginar lo que quizá pudo ser el lamentable método utilizado por Lysenko: “Apoyó sus afirmaciones con experimentos rudimentarios que podían interpretarse a voluntad. Los datos en contra se negaron o denunciaron sobre la base de que nada podía ser correcto si contradecía la ideología superior del marxismo-leninismo [...] Cualquier dato, práctica o teoría se medía en función de su congruencia con la ideología marxista (502)”.

Lysenko inició sus experimentos por su propia iniciativa, sin ninguna clase de apoyo oficial. No existieron gigantescos presupuestos, ni inversiones, ni viveros, ni cámaras térmicas, ni sofisticados laboratorios, ni centros universitarios que le apoyaran. Todo empezó de una manera mucho más modesta y sencilla, como empezaban las iniciativas de los obreros y campesinos en la URSS, basándose en el entusiasmo y en el esfuerzo colectivo de las organizaciones rurales. El agrónomo soviético tampoco obtuvo sus cargos científicos gracias a patrocinios de fundaciones privadas o decretos gubernativos. Fue propuesto por Vavilov en 1934 para formar parte de la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas, quien le presentó con estas palabras: “Aunque la naturaleza de la vernalización es ya objeto de más investigaciones que, obviamente, revelarán varios aspectos desconocidos, el método ha sido desarrollado en principio en tal extensión que este año se han asignado millones de hectáreas para prácticas de vernalización de cereales y algodón. Incluso, ahora, la gran importancia de la vernalización es evidente en fitomejora, permitiendo al cultivador utilizar toda la diversidad mundial meridional que previamente no podía crecer en nuestras condiciones. Por otra parte, gracias a la vernalización, muchas variedades meridionales están preparadas para el cultivo directo, incluso sin ninguna clase de crianza”. Luego Lysenko llegó a ser nombrado presidente de la Academia por méritos propios en dos etapas: una primera desde febrero de 1938 hasta 1956 y otra segunda cuando volvió a ser reelegido en 1961 durante cinco años más. Tras su cese continuó siendo miembro de la misma hasta su fallecimiento diez años después. Durante todo ese tiempo también dirigió una estación agrícola experimental cerca de Moscú en la que trabajaban 300 investigadores. No fue nunca miembro del Partido bolchevique y tampoco coincidió personalmente con Stalin (fuera de los actos oficiales, naturalmente).

En los escritos de Lysenko sobresale la idea de la selección “artificial”, superpuesta a la selección que de una manera natural o espontánea realiza la naturaleza por sí misma, esto es, la idea de que la naturaleza no es un paisaje fijo sino que es posible actuar sobre ella en interés de los obreros y campesinos. De un modo dialéctico, Lysenko estudia la flora en su desarrollo; cita continuamente a Timiriazev para recordar la “historia” de cada especie y de cada planta dentro de ella, tratando de observar la manera en que se puede dirigir y controlar ese desarrollo. La selección “artificial” de Lysenko no tiene nada que ver con el moderno “bricolaje genético” de las multinacionales cuyas mutaciones provocan cambios imprevisibles en los organismos vivos. Lo que Lysenko pretendía obtener eran cambios planificados, a fin de orientar el desarrollo natural de los organismos para

mejorar el rendimiento agrícola.

Quizá precisamente por el hecho de denominarse Lysenko a sí mismo darwinista pueda resultar interesante detenerse en uno de los puntos de la polémica en el que el agrónomo soviético se aparta de Darwin: la "competencia intraespecífica", es decir, si existe o no lucha entre los individuos de una misma especie. Darwin defendía esa postura y, además, aseguraba que era más encarnizada cuando los individuos de la misma especie competían por el mismo "espacio vital", momento en el estalla ineluctablemente la lucha por la existencia entre blancos y negros, entre naciones, etc. Por el contrario, para Lysenko la lucha por la existencia sólo se da entre especies diferentes. La tesis darwinista de la competencia intraespecífica -dice Lysenko- pretendía justificar un fenómeno social apelando a la naturaleza: la competencia capitalista. Por el contrario, para Lysenko "la humanidad entera pertenece a una única especie biológica", lo que le lleva a defender que no sólo no hay competencia intraespecífica en el ser humano sino a introducir la noción de mutualismo en el reino vegetal. No existe una superpoblación que justifique la concurrencia intraespecífica. Así, habla de relaciones de vecindad entre cerales y malas hierbas. Sobre esta base Lysenko propuso una nueva técnica de "siembra colectiva". Consiste en sembrar los granos no en hilera, uno a uno y a una distancia regular, sino por montones de 30 o 40 semillas, porque de esa forma pueden colaborar entre sí al crecimiento, sacrificándose unas en beneficio de las otras. No es un caso de lucha por la existencia intraespecífica sino de mutualismo, no por sobreabundancia sino precisamente para evitar que lo sean en el futuro.

No obstante, Lysenko no aporta una nueva teoría relevante a la biología. Él rechaza considerarse lamarckista, que es la acusación que le lanzan sus oponentes y, desde luego, es claro que no admite las concepciones ambientalistas tal y como las exponían los neolamarckistas. Se define a sí mismo como "michurinista" y entre sus defensores era corriente utilizar la expresión "darwinismo creador" para caracterizarse a sí mismos. Ahora bien, el darwinismo de Lysenko no es el neodarwinismo de la teoría sintética sino el del mismo Darwin, por lo que incluye a Lamarck, el cual está presente en su concepción general del desarrollo de los organismos. Explícitamente Lysenko se apoya en concepciones de otros autores, de quienes enfatiza determinados aspectos que juzga importantes. En consecuencia, quienes dicen criticar sus teorías, están criticando esos precedentes, que están en Lamarck, Darwin y Timiriazev. A pesar de ello, la campaña de linchamiento presenta a Lysenko como un agrónomo original y aislado, cuyas disquisiciones absurdas forman una rama separada y ya desaparecida para siempre de la biología. Además, pasando por alto la disputa entre las diversas corrientes, se responsabiliza de sus tesis a todos los científicos soviéticos, es decir, que su caso sería un mero ejemplo de un caso general, ilustrativo de las intromisiones políticas en la ciencia y de la imposición forzada de un canon científico único y exclusivo.

Lysenko tampoco realiza innovaciones prácticas sustanciales a las que ya eran conocidas desde tiempos lejanos. Cuando en ocasiones su linchamiento se extiende también a Michurin, pretendiendo generalizarlo a toda la ciencia soviética, debería incluirse a botánicos de otros países cuyas prácticas eran idénticas. El caso más singular al respecto es el del norteamericano Luther Burbank (1849-1926), autor de la magnífica autobiografía "La cosecha de los años". Es un autor tan querido entre los campesinos estadounidenses como olvidado entre los académicos: sus métodos, como los de Michurin y Lysenko, tampoco eran científicos, por lo que también estuvo sometido a numerosas "críticas" del tono de las que venimos exponiendo. Pero si sus procedimientos no eran "científicos" sí eran, por el contrario, muy creativos y productivos, mucho más que los de los verdaderos "científicos": si Michurin había creado 300 nuevos frutales, Burbank, calificado por Medvedev como el "Michurin americano", creó 800 nuevas variedades de flores, hortalizas y plantas, una de ellas una opuntia o cactus comestible y sin espinas (503). Burbank defendió que "todos los caracteres que se transmiten han sido adquiridos" y que "el ambiente es el arquitecto de la herencia". Para que una planta produjera una buena fruta, había que proporcionarle las mejores condiciones ambientales; luego sus cualidades se transmitirían a su descendencia.

Por aquella misma época, Lucien Daniel dedicó 37 años de su trabajo como botánico en Francia a experimentar con hibridaciones vegetativas en solanáceas y leguminosas, comprobando que eran un

supuesto de simbiosis y una demostración de la herencia de los caracteres adquiridos (504). Su obra también está mantenida convenientemente en el ostracismo. Estos y otros artesanos fueron los últimos pioneros de una estirpe de botanistas innovadores sepultados hoy por un olvido que no tiene nada que ver con la ciencia. A ellos cabría añadir al también estadounidense Frederic Edward Clements, uno de los precursores de la ecología (504b) cuyas concepciones son idénticas a las de Lysenko.

Hay algo en lo que Lysenko destaca por encima de todo: su certera oposición al viraje impuesto por Weismann, Mendel, Morgan que condujo al "dogma central" de la genética. No solamente Lysenko no es en absoluto dogmático sino que el objeto de su crítica es precisamente el dogmatismo seudocientífico que se había infiltrado en el terreno de las ciencias biológicas. Por lo demás, él no fue el único en oponerse a la genética formalista. En la URSS, Oparin sostuvo posiciones científicas equivalentes y lo mismo sucedió con Waddington y Goldschmidt en el mundo anglosajón y otros en diferentes países. Pero una de las claves de toda buena campaña de guerra sicológica consiste siempre en personalizar los males -reales o fingidos- en una única persona que debe ser utilizada como chivo expiatorio. En la caza de brujas de la posguerra fueron tan importantes los silencios como las descalificaciones. La imagen a fabricar era la un científico, Lysenko, un país, la URSS, y una corriente de la biología, el michurinismo, fuera de contexto, sin precedentes y sin equivalentes, como si cayera llovido del cielo. En cualquier disciplina, la intoxicación propagandística se complementa con la censura. Hay autores cuyas obras no se traducen, no se editan, no se mencionan, no están en las librerías, tampoco en las bibliotecas... Simplemente no existen -no han existido nunca- porque son y tienen que aparecer como minoritarias, con la carga emocional que soportan todas las minorías: son activistas estridentes y vociferantes que pugnan por hacerse escuchar en todos los foros siempre que tienen ocasión, algo que las voces mayoritarias no necesitan. Éstas sepultan a la opinión mediante una multiplicación cuantitativa de sus argumentos. Basta exagerar un poco para presentar a los minoritarios como únicos, como casos individuales, casi patológicos: desvaríos ajenos a la ciencia. Es una manera vergonzante de rehuir la controversia: ignorar al adversario después de aislarle.

La técnica de vernalización

El 15 de diciembre de 2006 científicos de la Universidad de California acabaron de identificar los tres segmentos del ADN del trigo y la cebada que controlan la vernalización con el fin de lograr por métodos de la denominada "ingeniería genética" lo que Lysenko había logrado por métodos naturales 80 años antes.

Una vez terminado su ciclo formativo, a finales de 1925 Lysenko inició sus primeras investigaciones en la sementera experimental de Kirovabad (Gandja), en Azerbaián, como jefe de selección de leguminosas. Introdujo variedades ucranianas de guisantes, caracterizadas por su maduración temprana, que en el vivero de Azerbaián se convirtieron en variedades de maduración tardía. De aquella experiencia Lysenko concluyó que esta característica de la planta no depende tanto de la variedad (del genoma) como de las condiciones ambientales en las que germina: humedad, duración de la luz diurna, etc. Entonces empezó a estudiar los factores que regulan la duración del periodo vegetativo de las plantas cultivadas. Los resultados de sus experimentos los expuso en el Congreso de Genética celebrado en Leningrado en enero de 1929. Aquel mismo verano la prensa soviética anunció que en Ucrania una prueba con trigo de invierno de la variedad *ukrainka* sembrado en primavera había espigado exitosamente. El experimento lo había llevado a cabo el padre del agrónomo soviético a petición de su hijo en el terreno que él mismo trabajaba por su cuenta en la región de Poltava. Fue un hito de la agronomía; por primera vez el trigo de invierno espigaba completamente con un rendimiento de 24 quintales por hectárea.

En vista del éxito, el Ministerio de Agricultura decidió crear un laboratorio especial en el Instituto de Selección Genética de Odesa para analizar detenidamente aquel experimento. El 12 de enero de 1929 Vavilov, habitualmente presentado como enemigo y víctima de Lysenko, en un artículo

publicado en el periódico *Leningradskaia Pravda* incluía al Instituto de Selección Genética de Odesa en el que trabajaba Lysenko entre el elenco puntero de centros de investigación científica de todo el mundo. Al año siguiente centenares de investigadores koljosianos repitieron el mismo ensayo. Se trataba de explotar el descubrimiento de que era posible regular la duración del periodo vegetativo de las plantas cultivadas. En 1935 más de 40.000 koljoses y sovjoses llevaron el experimento al campo, sembrando más de dos millones de hectáreas de cereales de primavera con simiente vernalizada. Vavilov atribuyó una gran importancia a la línea de investigación abierta por Lysenko. En una carta a N.V.Kovalev escribió: "El trabajo de Lysenko es destacable. Nos lleva a plantearnos muchos problemas nuevos. Las colecciones mundiales se tienen que plantear en términos de vernalización". En 1932 el ministro de Agricultura Yuri A. Yakovlev le encomendó a Vavilov, en su condición de miembro de la Academia, supervisar los trabajados de Lysenko y prestarle toda la asistencia posible. Con tal motivo Vavilov le escribió a Lysenko: "En agosto se celebrará un Congreso Internacional de genetistas y criadores en Ithaca, Estados Unidos, y el ministro me informa que si Usted desea asistir, el Ministerio de Agricultura pondrá todos los medios para ayudarle en su viaje, de manera que si quiere pueda presentar su trabajo allá y preparar una exposición de sus actividades para la exhibición".

El término "vernalización" fue difundido a partir de 1929 por Lysenko, quien utilizaba la voz yarovización procedente de *yarovoe*, del ruso antiguo *yar*, que significa fuego, el dios de la primavera. Para traducirlo a las lenguas occidentales se recurrió al latín *vernum*, primavera: la vernalización es, pues, una "primaverización". Mediante una especie de fase parecida a la incubación pero referida a los vegetales y que aplica un tratamiento con frío en lugar de calor, las plantas de invierno se pueden sembrar en primavera. Hasta 1929 era una práctica tradicional de la que se tenía un conocimiento empírico y fragmentario. En 1918 Gustav Gassner desarrolló una técnica de germinación en frío de los cereales de invierno a temperaturas ligeramente superiores a cero grados centígrados, pero era inutilizable en la agricultura. El primer estudio sistemático lo escribió Lysenko en 1935 y lleva el título "Las bases teóricas de la vernalización". El método inventado por Lysenko era diferente del de Gassner. Consistía en humedecer las semillas y mantenerlas entre 35 y 50 días a una temperatura entre 0 y 3 grados centígrados según las variedades.

Actualmente el estudio de la vernalización es ya corriente en botánica (505). Se trata de un fenómeno típicamente lamarckista por el cual:

a) un carácter que se adquiere como consecuencia de la exposición de la semilla al frío, se conserva y transmite posteriormente en ausencia de dicho condicionante ambiental

b) la condición vernalizada es autocatalítica. Lysenko demostró que las reacciones a las bajas temperaturas tienen lugar en lo que llamó "puntos de crecimiento" (meristemos) de la planta y que el estado vernalizado se transmite por división célular desde esos puntos vegetativos. La vernalización se transmite, pues, verticalmente con la división celular por medios puramente vegetativos. En las plantas anuales las yemas que se derivan de los ápices vernalizados quedan también vernalizados.

c) la condición adquirida se transmite también horizontalmente de una célula a otra, por lo que no hace falta vernalizar toda la planta sino que basta con vernalizar cualquier parte de ella, por ejemplo, el ápice caulinar, para que se transmita al resto de la planta

d) la condición adquirida también se transmite vegetativamente por medio de injerto, de manera que para vernalizar un árbol frutal no es necesario someterle al frío; es suficiente con injertarle una púa vernalizada. Por ejemplo, el beleño (*Hyoscyamus niger*) no florece sin una previa vernalización. Si se le injerta una rama no vernalizada, la planta tampoco florece. Pero sí lo hace si se le injerta una rama vernalizada (506).

Las plantas ajustan su floración y, por tanto su reproducción, al clima, entre otros factores. Algunas plantas sólo florecen en climas cuyos inviernos son fríos, pero hay otras que no sobreviven en

ambientes invernales excesivamente fríos. En el caso del trigo, la temperatura es el factor más importante que induce su desarrollo a través de sus fases sucesivas, desde la emergencia hasta la floración y la madurez. Ese desarrollo sólo es posible dentro de un cierto rango de temperaturas; por debajo de cero grados (temperatura base) hace demasiado frío para el desarrollo de la mayor parte de las variedades y por encima de 30 (temperatura óptima) hace demasiado calor. A medida que la temperatura media aumenta dentro de estos puntos el desarrollo se acelera. Sin embargo, el crecimiento, o aumento de tamaño, no sigue necesariamente estas reglas porque también entra en juego la radiación solar y con temperaturas por encima de la óptima el desarrollo se desacelera.

Como consecuencia de ello, las distintas especies vegetales se reparten geográficamente por el planeta según la temperatura de las distintas estaciones del año. Aquellas especies y variedades cuyo desarrollo no se acomoda a las condiciones climáticas y geográficas de la región, eran simplemente desechadas para el cultivo. Los olivos, por ejemplo, necesitan temperaturas bajas (inferiores a 10 grados centígrados) durante el invierno para florecer. Esto obstaculiza la extensión de los olivares a regiones por debajo del mediterráneo, cuyos inviernos son excesivamente cálidos. Cerca de los trópicos los olivos crecen robustos pero no florecen porque las temperaturas no cambian sustancialmente, como en los países ubicados más al norte. Lo mismo le sucede a los cereales de invierno, una variedad que en la URSS se consideraba estéril. Habitualmente los cereales de invierno se siembran en otoño, vegetan durante el invierno y espigan en la primavera siguiente. En la URSS y, particularmente en Ucrania, se cultiva el trigo de primavera, una variedad de rendimientos impredecibles, ya que aunque el año sea favorable, la estación suele ser breve, y lo mismo sucede con el trigo de invierno, cuya temperatura puede ser excesivamente rigurosa. Lysenko demostró que este tipo de cereales no sólo soportan las bajas temperaturas sino que éstas son necesarias para su desarrollo y que, además, son más productivas. Si la temperatura actuaba sobre una planta ya sembrada en condiciones naturales, también podía actuar de una manera parecida sobre el grano fuera de la tierra, humedecido y congelado artificialmente. Si ese grano así tratado se siembra en primavera, la floración es tan rápida como si se hubiera sembrado en otoño. Se puede decir que el frío transforma una variedad de invierno en una variedad de primavera.

Algunos autores que desconocen la materia, como Ayala, aseguran que la vernalización tiene por objeto adaptar las semillas a los climas extremos (506b). Lo mismo repite Bowler, para quien se trata de un método para adaptar las plantas a "los rigores climáticos rusos", en donde lo "ruso" es sinónimo de frío (en la URSS todo era frío, inhóspito, no había desiertos). El traductor de la obra se permite, además, empeorarla añadiendo por su cuenta que al someter a las plantas al frío se "suspende" el desarrollo de la planta (507). En efecto, hasta el estudio de Lysenko en la ciencia agrícola era muy corriente suponer que el frío, al ralentizar las funciones fisiológicas de la planta, lo que provocaba era todo lo contrario: la hibernación. Pero Lysenko demostró que sucede justamente lo contrario. Por un lado, que el frío acaba con la hibernación y acelera del desarrollo de la planta; por el otro, que la planta no necesita acomodarse al frío: lo que necesita es florecer y para ello algunas de ellas necesitan germinar en frío durante un periodo breve de tiempo. De la misma manera que la incubación no tiene por objeto acostumbrar a los pollos al calor, la vernalización tampoco tiene por objeto acostumbrar a los crisantemos al frío. Resumidamente se puede decir que las bajas temperaturas logran que la planta florezca, florezca más o florezca antes. El tratamiento de frío inventado por Lysenko fue el primer medio de regular la velocidad de desarrollo de las plantas.

Es una técnica de gran complejidad (507b) cuyo manejo requiere experiencia y destreza. Había que tener mucho cuidado en mantener las semillas siempre húmedas en un granero. Si no se podían sembrar inmediatamente o si había que transportarlas durante un largo trayecto, había que secarlas antes al aire libre. No todas las especies permiten vernalización, ni tampoco todas las variedades de una misma especie. A efectos de vernalización, las plantas se pueden clasificar en tres grupos:

a) las que no necesitan vernalización se llaman indiferentes. Son plantas anuales que sembradas en primavera florecen en el curso del mismo año sin necesidad de frío: cereales de primavera, tabaco y otras.

b) en las preferentes la vernalización no es necesaria, pero si se lleva a cabo acelera la floración. Es el caso del centeno de invierno (Petkus). Si esta variedad de centeno se vernaliza, la floración se produce tras la aparición de cuatro hojas; sin vernalizar hay que esperar la aparición de 25 hojas. Las plantas de invierno anuales se comportan de la misma forma. El trigo de invierno tiene una floración acelerada con la vernalización, pero en buenas condicionales ambientales, con una primavera suficientemente larga, también puede florecer sin necesidad de vernalizar.

c) finalmente, también hay plantas de vernalización forzosa, como la remolacha, el repollo, la cebolla, la zanahoria y el apio. Algunas plantas bianuales, como el mencionado beleño, la onagra (oenotera) o la dedalera (*Digitalis purpurea*), de clima templado (con temperaturas iguales o superiores a 16 grados centígrados), no florecen nunca. Para lograr que lo hagan, hay que venalizar los rosetones durante varias semanas a temperaturas de 1 a 5 grados centígrados. Luego hay que volverlos a someter a temperaturas cálidas y, si las demás condiciones son favorables, en particular, el fotoperiodo, las plantas florecen.

La manera de llevar a cabo la vernalización depende de la especie. No todas las vernalizaciones son iguales, ni se deben llevar a cabo a la misma edad de la planta, a la misma temperatura o durante los mismos periodos de tiempo. Así la *Arabidopsis thaliana* hay que vernalizarla entre 9 y 15 semanas y el guisante no es necesario vernalizarlo pero si se hace, se desarrolla mucho más rápidamente. Hay plantas que se deben vernalizar en el estadio de semillas, como el trigo, pero no en todos los casos la vernalización hay que introducirla durante la germinación. Algunas plantas sólo son sensibles al tratamiento en frío en ciertos estadios de su desarrollo, como el beleño, que se se tiene que venalizar en la fase de rosetón. La acción del frío, por lo tanto, sólo es efectiva cuando se han alcanzado determinadas fases del desarrollo (vernalización madura). En el caso del trigo, la temperatura base y la óptima no son siempre cero y 25 grados centígrados respectivamente. Estas temperaturas dependen de la fase de desarrollo; son más bajas al inicio del cultivo y aumentan con el desarrollo. El trigo puede crecer a cero grados durante la fase de plántula, pero, en cambio, su progreso en la etapa de espigado es lento si la temperatura está por debajo de 10 grados. Las variedades difieren en sus temperaturas base y óptima hasta en 7 grados en cualquier fase. Por consiguiente, para que la vernalización tenga éxito, no basta que se cumplan una o dos condiciones sino un cúmulo de ellas. Los botánicos Mathon y Stroun, por ejemplo, destacaron la importancia del oxígeno. Al llevar la vernalización a la práctica, los investigadores de los koljoses y sovjoses cometieron numerosos errores de método que Lysenko fue el primero en advertir, indicando el riguroso cumplimiento de una serie de requisitos imprescindibles para su éxito. En su informe a la Conferencia soviética consagrada a los problemas de la resistencia de los vegetales al invierno, el 24 de junio de 1934, y en la sesion científica del Instituto de Genética de la Academia de Ciencias, el 6 de enero de 1935, rindió cuenta detallada de los errores cometidos en los experimentos de vernalización llevados a cabo en distintos lugares. Esas reuniones eran públicas y en ellas participaron tanto científicos como especialistas de las cooperativas agrarias, soviéticos y extranjeros. En aquella época no existían frigoríficos por lo que la vernalización se debía llevar a cabo a temperaturas ambientales, que difícilmente se lograban mantener constantes. Se trataba, pues, de una técnica precisa que requería entrenamiento y experiencia para que la semilla no se malograra:

> El estudio biológico de los trigos de invierno ha mostrado que para vernalizarse las diferentes variedades exigen un periodo de frío de duración desigual. Para vernalizarse completamente la variedad *Novokrymka 0204* necesita una temperatura en torno a 0º durante 35 días. A una temperatura de 3 a 5º, la vernalización demanda unos cuarenta días. A 15 ó 20º no se produce, o bien exige un tiempo mucho más largo.
>
> Pero, ¿qué sucederá si aseguramos el frío necesario a las semillas humedecidas de ese mismo trigo de invierno *Novokrymka 0204* durante 25-30 días solamente? La vernallización comenzará normalmente. Al cabo de 30 días días, cesamos el frío. Faltan pues 5 días para que los granos terminen de vernalizar normalmente.

> Numerosas experiencias permiten establecer que si el tiempo indispensable para la vernalización normal de una variedad determinada se reduce artificialmente, aunque sean dos días, la vernalización no puede tener lugar. En cada fase, comprendida la vernalización, el organismo vegetal modifica la cualidad de sus exigencias de medio exterior. Y para que esta modificación se pueda operar, ciertas condiciones exteriores son indispensables bajo la relación cuantitativa. Cuando se adquieren esas condiciones, el organismo las asimila; se produce en él una modificación cualitativa; el desarrollo pasa a una fase nueva y el organismo presenta otras exigencias al medio exterior. Así, la necesidad de frío, imprescindible para la vernalización de las plantas de invierno, cede su lugar al del calor. Éste es indispensable a las fases, a los procesos posteriores a la vernalización (508).

Una vez comprobado el éxito de la vernalización, se exploraron otras posibilidades distintas del control del crecimiento de la planta o el aumento de los rendimientos. Por ejemplo, Lysenko proyectó y aplicó técnicas similares a un abanico numeroso de plantas, frutos y granos, y la expresión vernalización llegó a incluir a casi cualquier tratamiento practicado a un cultivo antes de la siembra para modificar su desarrollo de acuerdo con las condiciones de crecimiento locales, como a los brotes de tubérculos antes de plantar las patatas. Aún no se han acabado de descubrir las múltiples utilidades prácticas de la vernalización de las plantas. Lysenko destacó dos de ellas: el control del periodo de crecimiento de las plantas y el incremento del rendimiento de las cosechas. A partir de ahí Lysenko y otros botánicos soviéticos (entre ellos Vavilov) creyeron que haciendo germinar al trigo de invierno a una temperatura artificialmente baja, se podía sembrar en primavera. Vavilov consideró que el descubrimiento de Lysenko permitiría extender determinados cultivos típicamente meridionales a regiones más frías. En una carta dirigida a I.G. Eijfeld, de la Estación Experimental Polar, apreciaba así el trabajo de Lysenko: “Todo lo que hace y lo que ha hecho Lysenko es de un enorme y excepcional interés, y el Departamento Polar necesita apoyar actividades de ese tipo”. Recientemente se ha descubierto otra utilidad a la vernalización, que ha demostrado su eficacia para luchar de una forma no agresiva para el medio ambiente contra las plagas que atacan a determinados cultivos. Investigadores del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria argentino han comprobado que el bromuro de metilo, utilizado para el control de las agresiones de la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*) en cítricos, puede ser reemplazado por la vernalización. Los experimentos demostraron que, a diferencia del gas, la vernalización no daña los frutos ni resulta afectada su calidad interna, a la vez que se logra la mortalidad de la totalidad de las moscas (509).

Como dijo Lysenko, la vernalización es un método que “marca el comienzo de una era en la que el hombre dirije de manera consciente el desarrollo de las plantas en los campos”. Según Mathon y Stroun, “ofrece una nueva orientación a la ecología y la geografía botánica” y abre un nuevo capítulo de la fisiología vegetal: “La comprensión de numerosas prácticas agrícolas se ha renovado y ampliado. Las repercusiones del control de la floración que resulta de los estudios sobre vernalización son innombrables, tanto en el campo de los grandes cultivos como en el de la horticultura y la arboricultura” (510). Lysenko demostró la posibilidad de acelerar el ciclo vegetativo de las plantas, pudiendo obtener -en determinadas condiciones- dos cosechas anuales donde antes sólo se podía lograr una sola. Como escribió Maximov, la teoría de la vernalización “representa un gran paso en el esclarecimiento de las leyes del desarrollo vegetal y suministra métodos útiles para dirigirlo en la dirección deseada” (511). En efecto, no se pueden saltar las etapas del desarrollo de las plantas pero sí se puede acortar la duración de su ciclo vegetativo. La vernalización permite eludir las sequías que padecen determinadas regiones a finales del verano y en el otoño; también en aquellas regiones frías cuyo verano es muy corto; finalmente, aumenta los rendimientos en cualquier región que se practique.

En materia de vernalización hay un punto en el cual los críticos de Lysenko manifiestan su doblez: cuando no pueden subestimar la importancia de la vernalización, niegan la prioridad del

descubrimiento, convencidos de que los demás son tan vanidosos como ellos mismos. Así procede J.Huxley quien, después de criticar la técnica de Lysenko, a la cual no considera científica, le niega la paternidad, lo cual es bastante absurdo porque nadie reivindica el fracaso. Según Huxley la vernalización no fue un descubrimiento de Lysenko sino de Gassner (512). Los Medawar también sostienen que el agrónomo soviético se atribuyó indebidamente la paternidad de la vernalización, que en realidad debería corresponder a Nikolai I.Maximov, de quien aseguran que era ayudante de Vavilov, pretendiendo así atribuir a éste el éxito de una manera indirecta (513). No obstante, ésta es otra de sus características falsedades porque si bien es cierto que Maximov también había trabajado sobre la resistencia de las plantas al frío, el propio Maximov en su obra sobre la fisiología vegetal alude continuamente a Lysenko como referencia en la materia.

La manipulación del origen de la vernalización fue consecuencia del propio éxito de la técnica en todo el mundo. Tras los descubrimientos de Lysenko en 1929 se crearon dos grupos para estudiar la vernalización por medios experimentales. Uno en Londres bajo la dirección de Gregory y Purvis que trabajó con Petkus, y otro en Tubinga bajo la dirección de Melchers y Lang, que utilizó el beleño. Desde que en 1933 Whyte escribió un folleto sobre el asunto, la vernalización fue acogida con especial entusiasmo en Gran Bretaña, desencadenando una enorme cascada de publicaciones especializadas. Hasta 1960 se insertaron más de 300 artículos sobre el asunto en revistas ténicas, una cifra muy importante para aquella época. Durante el IX Congreso Internacional sobre Botánica celebrado en Montreal en 1959 la vernalización se discutió durante varias sesiones. Era una referencia científica positiva que no debía durar porque remontaba siempre a Lysenko y a la URSS. En 1940 H.H.McKinney ya encontró precedentes de la vernalización en un artículo publicado por J.H.Klippart en 1857 en una revista agraria de Ohio. En efecto, se pueden encontrar esos y muchos otros precedentes de la vernalización en varios países del mundo, e incluso anticipaciones teóricas a los estudios de Lysenko. El interés de ese tipo de debates es muy escaso. En cualquier caso, hasta el inicio de la campaña de 1948 era muy frecuente que el nombre de Lysenko apareciera vinculado a botánicos tan ilustres como Klebs, Gassner, Gardner, Allard y otros. Tampoco eso les pareció admisible a los predicadores de la guerra fría. Necesitaban una cabeza de turco para su campaña.

Dejando aparte los improperios, una de las pocas críticas rigurosas que recibió Lysenko en el terreno científico provino del biólogo escocés Waddington y concernía precisamente a la vernalización. El núcleo de la crítica de Waddington no se centraba en la vernalización en sí misma sino en el hecho de que por esa vía se pueda alterar la dotación génica. El escocés no descarta que "en circunstancias especiales" eso fuera posible, es decir, no descarta que modificaciones de los caracteres puedan provocar alteraciones en los genes. Así -afirma- el trigo de invierno sembrado en primavera "puede llegar a convertirse en una variedad heredable que madura en el verano inmediatamente después de sembrado, sin tener que pasar por el periodo de tiempo frío en invierno". Waddington no critica directamente a Lysenko, a quien no menciona, sino a lo que califica como "una escuela de genetistas rusos" (514). Trata de ofrecer una explicación bastante común en aquella época apuntando que es posible que el trigo de invierno utilizado por Lysenko no fuera puro, es decir, que incluyera semillas de una variedad de primavera. Es la tesis de los manuales convencionales de botánica, como el de Strasburger, para quien "las diferencias entre los cereales de verano y los de invierno están fijadas genéticamente" (515). Pero a Lysenko, a diferencia de los mendelistas, no le preocupa la pureza de las variedades que utiliza en los experimentos. Es más: sostiene que entre los cereales de invierno y los de primavera hay un continuo de variedades intermedias y que su clasificación en una u otra variedad no depende sólo del genoma sino también de las condiciones ambientales en que se desarrollen las plantas. Una de sus conclusiones literales está expuesta de la siguiente manera:

> Las propiedades de la vernalidad como las de la invernalidad son propiedades hereditarias estables. Porque las formas de invierno y de primavera, del trigo por ejemplo, han permanecido así durante siglos. Únicamente siguiendo la vía indicada por Timiriazev y Michurin para estudiar esas propiedades, únicamente estudiando las condiciones del medio exterior que participan en la formación de las propiedades

hereditarias de la vernalidad y la invernalidad, la ciencia ha podido modificar estas últimas con conocimiento de causa. La herencia de las formas de invierno y de las formas de primavera se distinguen por necesidades diferentes, un comportamiento diferente frente a las condiciones –ante todo de temperatura- necesarias para el cumplimiento de los referidos procesos de vernalización.

Las formas de invierno exigen en el estadio de vernalización una temperatura más baja que las de primavera. No hace falta decir que las propiedades de vernalidad e invernalidad en los organismos vegetales son propiedades adaptativas. Pero eso no explica aún por qué han aparecido esas propiedades. Partiendo de la concepción darwinista desarrollada por Timiriazev, de las leyes de la evolución de los organismos, hemos llegado a la conclusión de que las propiedades hereditarias no se han podido constituir sin la participación de las condiciones del medio exterior del que tiene necesidad el organismo para manifestar esas propiedades en la descendencia. Hoy está establecido experimentalmente que las bajas temperaturas, por ejemplo, son necesarias para la formación de la propiedad hereditaria de la invernalidad y las temperaturas más elevadas para constitución de la vernalidad.

A fecha de hoy se puede afirmar que no hay una variedad de trigo de invierno de la que en dos o tres generaciones no se puedan obtener, mediante una educación apropiada de las plantas, kilogramos de semillas de formas de primavera estables. Para ello es necesario modificar las condiciones de vida, más precisamente, las condiciones que participan en los procesos de vernalización.

Una síntesis de las experiencias dirigidas por numerosos trabajadores del Instituto de Genética y de Selección nos lleva a concluir que el periodo terminal del proceso de vernalización desempeña el papel más importante en la modificación de la propiedad hereditaria de invernalidad. Para transformar la herencia de un trigo de invierno en una herencia de trigo de primavera hay que actuar sobre las plantas modificando la temperatura al final de la fase de vernalización.

En el momento actual también conocemos casos en los que la herencia de los trigos de primavera ha cambiado a una herencia de trigos de invierno. Numerosas experiencias concernientes, por ejemplo, a la transformación de la invernalidad en vernalidad, muestran que en el periodo en el que ciertas propiedades hereditarias (las exigencias relativas a las condiciones del medio) se transforman bruscamente, la herencia deviene inestable en el más alto grado.

También los más grandes biólogos (Vilmorin, Burbank, Michurin) han indicado casos de herencia quebrada. Son más particularmente aptos para modificarse, constituyen un material plástico favorable a la creación de formas vegetales que presentan las propiedades que buscamos [...]

Es cierto que todo el proceso de desarrollo –comprendido el de las propiedades de la herencia y la variabilidad- depende de esta fuente de vida: la nutrición. La materia viva, que proviene de una materia antes inerte, aún en el presente se sumerge con todas sus raíces en la materia bruta, edificándose a costa de esta última. Sin nutrición, sin metabolismo, nada vivo se puede desarrollar. La asimilación, el metabolismo, que constituye la esencia misma de la vida, está igualmente en la base de propiedades tan importantes de los organismos como la herencia y la variabilidad. Se puede dirigir la herencia en todas sus formas, bien se hayan obtenido por hibridación o de cualquier otra forma, asegurando a la actividad asimiladora todas las condiciones necesarias, tanto

> orgánicas como minerales. Ateniéndose a 'complacer' al máximo a la planta (por fecundación electiva, por una mejor agrotecnia, etc.), lenta y gradualmente pero sin pausa, se puede mejorar, perfeccionar sus propiedades hereditarias. Eligiendo condiciones que arranquen a la planta del régimen de adaptación constituido en el tiempo, 'quebrantando' su herencia (por una fecundación forzada, comprendido el caso de un cruce alejado, o por la modificación brutal de las condiciones de cultivo), en el curso de las generaciones siguientes, mediante una educación apropiada, se puede crear rápidamente en la planta nuevas necesidades, crear nuevas razas y variedades muy diferentes de las formas iniciales (516).

Según Waddington, fuera de la URSS, la mayor parte de los científicos no cree posible lograr esas modificaciones hereditarias que defiende Lysenko porque, añade, cuando en otros países se han intentado repetir los experimentos soviéticos, nunca se han visto coronados por el éxito. Muy pocos biólogos aceptan que los soviéticos hayan podido lograr modificar la composición génica modificando las condiciones externas, afirma el biólogo escocés, pero tampoco descarta esa posibilidad: "Por supuesto, resulta muy difícil probar experimentalmente que tales efectos no puedan ocurrir. Podría ser que sólo ocurrieran muy raramente y en condiciones muy particulares". Waddington se inclina por otra explicación de la vernalización según la cual ésta afectaría únicamente al cuerpo, al componente nutritivo de la semilla, esto es, afectaría solamente a la generación presente pero no a las futuras.

La crítica de Waddington es parecida a una de las que Detmer lanzó contra Weismann para demostrar la herencia de los caracteres adquiridos. Detmer decía que los cerezos transplantados por los colonialistas británicos en Ceilán habían modificado la dotación génica de los mismos, transformándolos en frutales de hoja perenne, mientras que en Europa son de hoja caduca. Pero hubo quien defendió -con razón- que si esos mismos cerezos volvieran a plantarse en Europa, reaparecería su auténtica condición, es decir, volverían a dar fruto. En lo que a la vernalización respecta, el dilema presenta varios aspectos algo diferentes entre sí. El primero concierne a la vernalización en sí misma, como factor regulador del crecimiento vegetativo de las plantas, lo que parece no dejar lugar a dudas. El segundo concierne a la vernalización como factor ambiental capaz de "quebrantar" la herencia, verdadero núcleo de la discusión cuya resolución, a su vez, dependerá de un cúmulo de circunstancias teóricas y prácticas y, desde luego, no exclusivamente ambientales. Volveremos de nuevo sobre este asunto al aludir a las hibridaciones vegetativas, donde este mismo dilema se reproduce, pero parece necesario dejar apuntados, al menos, una serie de detalles de interés:

a) no puede dejar de sorprender que Lysenko se refiera a un cúmulo de experimentos llevados a cabo por él mismo y por otros agrónomos, dentro y fuera de la URSS, que nadie es luego capaz de reproducir. Pero mientras Lysenko refiere numerosos ensayos de manera detallada, nunca se han relatado las contrapruebas que siempre se aducen para refutar sus conclusiones.

b) es necesario repetir que queda fuera del contexto teórico de Lysenko la consideración de la pureza, es decir, si las variedades utilizadas son o no homozigóticas que, sin embargo, para los mendelistas es una cuestión decisiva. Dado que en otras ocasiones Lysenko hizo uso, al menos, de los conceptos mendelianos de dominancia y recesividad, debe tener algún significado que en este caso no aluda a ellos.

c) expresiones tales como "quebrantar la herencia" que en ocasiones Lysenko pone entre comillas y que derivan de Michurin han legado una versión distorsionada de los experimentos que en el contexto de la URSS tenían un significado preciso: estimular la iniciativa de los campesinos, romper con la rutina y atreverse a experimentar con nuevas variedades y con nuevas condiciones de cultivo, en definitiva no concebir la herencia como un lastre inmóvil y abrir nuevas vías. Examinado fuera de contexto ha transmitido la imagen de que la capacidad creativa no tiene ningún tipo de límites, que la naturaleza es un objeto absolutamente plástico, lo cual es falso.

Lysenko es mucho más preciso cuando se refiere a la posibilidad de “dirigir” u “orientar” el desarrollo de las plantas y, desde luego, a diferencia de los mendelistas, no cree que como consecuencia de una u otra dotación génica, el cerezo se pueda calificar de hoja caduca o perenne, de trigo de invierno o de primavera. Su tesis es que no existe esa dicotomía y que una misma dotación génica desarrolla un frutal de hoja caduca en un determinado clima y otro de hoja perenne en otro clima distinto. Es justamente eso lo que significa que la herencia no sea algo ineluctable sino modificable según las condiciones ambientales en las que se desarrolle.

En el fondo este es otro debate político que circundó a la biología desde el cambio de siglo, determinando -junto con la selección natural- que muchos evolucionistas abandonaran el neodarwinismo en favor del neolamarckismo. La oposición frontal al finalismo y la teoría de las mutaciones al azar eran el reverso de un determinismo génico estricto según el cual eran inútiles los intentos de modificar ningún fenómeno, tanto de la naturaleza como de la sociedad. Según los mendelistas, el hombre no puede cambiar el curso de las leyes naturales. En la evolución ellos no observan una línea ascendente en dirección a ninguna parte, sino la adaptación de cada ser vivo a sus condiciones locales. Hay que dejar que la naturaleza siga su marcha sin rumbo. Esta forma extrema de determinismo es otra extrapolación ideológica cuya pretensión es la negación del progreso y el avance en la sociedad. La teoría sintética rechaza la noción de progreso y ese rechazo lo extiende a toda la teoría de la evolución para acoger sus tabúes favoritos: el finalismo, el progreso, el perfeccionamiento o la existencia de unos seres más desarrollados o más complejos que otros.

La traslación de los fenómenos biológicos a la historia del hombre volvió a jugar una mala pasada a los mendelistas. Su concepción no sólo no es evolucionista, sino todo lo contrario. Para seguir sosteniendo una imagen biológica de las sociedades humanas los mendelistas debían erradicar la idea de progreso en la evolución de las especies. Se puede exponer con mayor o mejor fortuna pero la propia palabra “evolución” se compadece muy mal con su ciego determinismo. Los seres vivos más simples son los más antiguos y los más complejos son los más recientes, hasta llegar al hombre, que es donde acaban todas las clasificaciones biológicas que se han hecho. Las bacterias son seres de una única célula; los mamíferos se componen de billones de ellas. Las células anucleadas son anteriores a las que disponen de núcleo. La reproducción sexual es posterior a la vegetativa en la evolución. La evolución experimenta retrocesos y no es unidireccional pero empezó por las bacterias y acaba por los mamíferos (de momento). El hombre como especie biológica también ha evolucionado y sigue evolucionando, de modo que a partir de cualquiera de sus precedentes históricos, la especie actual es un desarrollo gigantesco, un verdadero salto adelante respecto de cualquier otro homínido. La evolución demuestra que es posible mejorar y perfeccionar las lacras económicas y sociales y, además, que es inevitable que eso suceda. Desde que hace 10.000 años comenzó el desarrollo de la agricultura, es más que obvio que el hombre es capaz de intervenir en las leyes de la naturaleza e incluso de dirigirlas en una dirección determinada, favorable a sus intereses. Además, dirigiendo la evolución de la naturaleza, el hombre dirige también su propia evolución, que no sólo se aprecia en un sentido físico sino desde cualquiera de los ángulos que se pretenda adoptar, como en el caso del propio conocimiento, cuyo avance progresivo es espectacular.

El agrónomo ucraniano defendía una concepción biológica idéntica (o muy próxima al menos) a la de Waddington que se puede calificar de “ontogénica” o de biología del desarrollo. De ahí que inserte la vernalización en una concepción amplia del desarrollo de los vegetales que llamó “teoría fásica”. Para ello divide el desarrollo en una etapa vegetativa y otra reproductiva, ambas cualitativamente distintas. Diferencia el crecimiento (aumento de tamaño) del desarrollo, caracterizando a éste por cambios cualitativos que, en ocasiones, no son observables aparentemente. Antiguamente los biólogos pensaban que la edad era el factor único del desarrollo, que estaba ya predeterminado por componentes hereditarios y, en consecuencia, que las etapas eran iguales e independientes del medio. A fines del siglo XIX Klebs demostró que no era así y que el medio no actúa sobre el organismo de una manera directa sino a través de cambios internos del propio

organismo. Entre los factores ambientales, Klebs destacó especialmente la importancia de la luz. Más adelante, en los años veinte del siglo pasado, W. W. Garner y H.A. Allard precisaron que la floración depende de la duración de la longitud del día, de las horas de luz y su alternancia con las horas de oscuridad.

La teoría fásica de Lysenko demuestra que su concepción no se puede calificar de ambientalista porque él situaba al desarrollo de la planta en el centro de su investigación y analizaba los organismos vegetales en su proceso de cambio. Cada fase sólo empieza cuando termina la anterior, cuando ha agotado sus posibilidades e inicia un cambio cualitativo; cada fase requiere un determinado ambiente para que el organismo se desarrolle. A través del organismo en proceso de cambio, Lysenko precisa el significado del término "ambiental". Según el ucraniano bajo el concepto de medio se alude habitualmente a circunstancias muy diversas, de las cuales no todas tienen la misma importancia. En algunas fases del desarrollo de la planta, además de la temperatura existen otros factores que pueden modificar algunos de sus efectos, como el agua, la nutrición y la radiación solar. La operatividad de cada circunstancia depende del ciclo concreto en el que se encuentre la planta, destacando la vernalización como la primera de ellas, y el fotoperiodo (el total de horas entre la primera y la última luz de cada día) como la segunda, de modo que si la temperatura es el factor dominante en la primera fase, la luz lo es en la segunda. La incidencia de estos factores difiere según la fase y la variedad de trigo. Los días más cortos demoran el desarrollo, como lo hace la ausencia de temperaturas bajas vernalizantes cuando plántula. Es necesario tener esto en cuanta cuando se estime la duración de las fases de desarrollo. Por ejemplo, el período de la siembra al espigado podría durar el doble con un fotoperíodo de 10 horas que con uno de 15 horas.

La idea de "potencialidad" es otra de las aportaciones significativas de Lysenko, tomada de Lamarck y directamente enfilada contra Vavilov y el determinismo mendelista. El determinismo de Vavilov adoptó la forma de una supuesta "ley" de las series homólogas cuyo fundamento está en la ineluctabilidad del desarrollo de los organismos. Según esa "ley", el desarrollo es unilateral y viene impuesto por la dotación génica (517). Esta ley fue criticada en su momento por Y.A.Filipchenko y el embriólogo M.M.Zavadovski. Según Lysenko, la ley contradice la biodiversidad. La dotación génica se puede inhibir en unos casos y reforzar en otros, en función de las circunstancias, y para demostrarlo parte precisamente del descubrimiento de Naudin y Mendel: la existencia de unos caracteres dominantes y otros recesivos. Pero los mendelistas se han limitado a constatar este hecho, dice Lysenko, sin llegar al fondo del problema que, según él, radica en la adaptación a las circunstancias ambientales. La existencia de dominación, afirma Lysenko, demuestra precisamente la inconsistencia del ciego determinismo génico porque no es posible conocer de antemano qué rasgo va a prevalecer sobre el otro. El genotipo no es más que un punto de partida a partir del cual se va a desarrollar el organismo.

Este tipo de concepciones no eran exclusivas de Lysenko. Varios grupos de científicos soviéticos trabajaron sobre conceptos hoy ignorados, como el de "norma de reacción" propuesto por el zoólogo alemán Woltereck en 1908. Se denominaba "norma de reacción" a la capacidad de un genotipo para expresar distintos fenotipos, según las condiciones ambientales. Con esta interpretación, el concepto de genotipo resultaba menos determinista. Woltereck quería contrarrestar así la perspectiva establecida por Johannsen sobre la diferencia entre fenotipo y genotipo, lo que al mismo tiempo significó una reivindicación de la herencia de caracteres adquiridos. El concepto de "norma de reacción" fue retomado en la URSS por un opositor de Lysenko como I.I.Schmalhausen, que en base a sus postulados desarrolló la teoría de la "selección estabilizadora" (518). Estas concepciones se reelaboraron con las ideas darwinistas que daban preponderancia a la variación adaptativa en el esquema evolutivo, convirtiendo a la "norma de reacción" en un concepto central. A partir de ello, los genetistas soviéticos distinguieron entre "norma de reacción adaptativa" y "norma de reacción no adaptativa", creando una teoría de la evolución orgánica basada en varios principios, entre los que resaltaba la preponderancia del ambiente.

Significativamente, esa misma idea de potencialidad también estaba en Waddington, quien la introduce en el terreno de la embriología y la relaciona con lo que llama "inducción". Según él las

primeras células del embrión son inestables; pueden desarrollarse en múltiples direcciones; el hecho de que tomen una vía u otra depende de la inducción, que las dirige en un sentido determinado. Esto no sólo ocurre una vez sino que se repite a lo largo de varios estadios. Cuando se produce un estado de indecisión y no aparecen los inductores, la célula no se desarrolla. Esa inducción no es interna, no depende de sí misma sino del medio externo, algo que podría ratificar Lysenko: "Uno de los principales avances en nuestro conocimiento de la biología fue el descubrimiento de que las potencialidades hereditarias que llevan consigo todos los cromosomas dependen, para su realización, del medio ambiente inmediato. De hecho, la interacción entre el genoma nuclear y el tipo concreto de citoplasma que los envuelve es lo que determina los cambios de composición de las células. Por tanto, podemos ver que distintas regiones de la célula huevo originaria darán lugar a grupos de células que se desarrollarán en direcciones distintas, pese a la identidad evidente de sus cromosomas" (519).

Cuando los faraones practicaban el incesto

La controversia suscitada por Lysenko en 1948 en la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas se celebró en el auditorio del Ministerio de Agricultura en Moscú, bajo la presidencia del ministro, Pavel Lobanov, quien también era diputado y había sido nombrado recientemente académico. Concentró al mayor número de científicos que se ha conocido nunca en ningún país, salvo en la URSS, donde tales acontecimientos no eran infrecuentes. Se aportaron 56 informes y los debates se prologaron durante cinco días. La asamblea de 1948 no fue la primera que se convocó para discutir sobre genética, ya que hubo otras dos en 1936 y 1939. Además, por aquellas mismas fechas, existieron conferencias similares para debatir otras cuestiones científicas polémicas, entre ellas una dedicada a Pavlov y tres más a Lepechinskaia (1950, 1952 y 1953). Fue una forma característica de debatir en los países socialistas. Ocho años después, el 10 de agosto de 1956 se convocó en China una conferencia similar en Qingdao con 130 biólogos para tratar del mismo asunto: Lysenko y la genética formalista. Los debates se prolongaron durante dos semanas y estuvieron presididos por Tong Dizhou (1902-1979), director del departamento de biología de la Academia de Ciencias. En ellos participaron biólogos de ambas corrientes. Los principales temas abordados fueron la evolución, la herencia y la embriología. Como escribió Stalin, "no hay ciencia que pueda desarrollarse y expandirse sin una lucha de opiniones, sin libertad de crítica" (520). En la URSS, se tomaron actas taquigráficas de los debates, que ocupan más de 600 folios, se publicaron y se tradujeron a varios idiomas. Si se leen es fácil observar que todas las intervenciones, tanto en uno como en otro sentido, fueron aplaudidas ruidosamente por cada grupo de partidarios, es decir, que no fue la típica ceremonia protocolaria, hipócrita y formalista a la que estamos acostumbrados en los actos académicos oficiales.

A lo largo de las semanas siguientes, la prensa soviética, y *Pravda* en concreto, fue publicando las intervenciones de diversos académicos en aquella sesión. Se difudieron todas ellas, tanto a favor como en contra de Lysenko. Por lo tanto, también publicaron las que defendían las tesis genéticas formalistas, entre ellas las de A.R.Shebrak, B.M.Zavadovski, S.Alijanian, P.M.Zhukovski, I.I.Schmalhausen, I.M.Poliakov, D.Kislovski, V.S.Nemchinov y J.A.Rapoport. Varios millones de soviéticos pudieron conocer los puntos de vista de ambas partes y opinar al respecto. Esto no tiene precedentes en la historia de la ciencia, absolutamente ninguno.

Es importante tener en cuenta que tanto en una como en otra corriente de la biología soviética había científicos que se declaraban los verdaderos marxistas, junto a otros que no se declaraban marxistas en absoluto. Por ejemplo, en 1945 el genetista soviético Shebrak publicó en la revista americana *Science* un breve artículo titulado *Soviet biology* criticando las teorías de Lysenko (521). En 1947, dos biólogos, Efroimson y Liubishev, se dirigieron al Comité Central por escrito manifestando su desacuerdo con las tesis lysenkistas. En abril del siguiente año se produjo un ataque de Yuri Zhdanov contra Lysenko dentro –nada menos– que de la sección científica del Comité Central, lo cual nos ofrece una perspectiva muy distinta del "caso Lysenko", sobre todo si tenemos en cuenta quién era Y.Zhdanov: químico, hijo del conocido dirigente comunista Andrei Zhdanov y yerno del

mismísimo Stalin. Pocas semanas después, en agosto, tras el debate de la Academia, Yuri Zhdanov publicó una autocrítica en la que reconocía que sus posiciones eran equivocadas, pero seguía manteniendo su desacuerdo con Lysenko.

La propaganda de posguerra sostiene que después del debate de 1948 la discusión se resolvió con decretos y represalias ordenadas por Stalin. Lo cierto es que las tesis de Lysenko siguieron siendo muy discutidas entre los científicos de la URSS. Los genetistas formales siguieron con las espadas en alto. Se agruparon en torno a la "Revista Botánica", dirigida por V.N.Sujatsev, que se convirtió entonces en el principal crítico de Lysenko, secundado por otros científicos como N.V.Turbin y N.D.Ivanov (522). Éstos, que se consideraban a sí mismos como michurinistas, lanzaron en 1952 otro ataque contra Lysenko en la revista, a partir del cual se volvieron a publicar nuevas críticas, reabriéndose nuevamente la polémica. Los mendelistas no fueron represaliados a causa de sus concepciones científicas. Por poner un ejemplo, Dubinin, uno de los principales representantes de las tesis formalistas en la URSS, a quien Lysenko ataca en su informe de 1948, publicó en 1976 (el año de la muerte de Lysenko) un artículo que está traducido al castellano y que se titula "La filosofía dialéctico-materialista y los problemas de la genética"; cinco años después se editaba en castellano el manual de genética que venimos citando (523), lo cual significa dos cosas: que el denostado Dubinin seguía en activo y que en esencia seguía defendiendo sus tesis de siempre. A diferencia de Lysenko, Dubinin sí era militante del Partido bolchevique y el título del artículo también evidencia que Dubinin defendía que las concepciones formalistas eran conformes a la dialéctica materialista. Según el genetista soviético hasta la época de Morgan en su disciplina había predominado el mecanicismo vulgar, pero a partir de los años treinta, con la teoría sintética, "comienza el periodo de la penetración de la dialéctica materialista en los grandes problemas de esta ciencia" (524).

Para los lectores formados en los países capitalistas, lo más significativo de un manual de genética como el de Dubinin es algo a lo que no estamos acostumbrados: cada capítulo del libro acaba con un largo repertorio de lo que el autor califica como "preguntas para discutir". No se trata de preguntas para interrogar al lector por el grado de comprensión de lo que acaba de leer, sino que, junto con sus conocimientos y opiniones, Dubinin transmite también sus dudas, los debates en los que cualquier ciencia se ve envuelta en un momento determinado. Es el viejo método socrático que indica un modo de transmitir la ciencia que choca radicalmente con la imagen estereotipada que la burguesía ha pretendido inculcar acerca de la URSS, la famosa "escolástica".

Un repaso superficial a las publicaciones soviéticas sobre biología y a los autores que las escribieron resultaría extraordinariamente sorprendente para el lector actual, habituado al engaño y la manipulación, que no se ciñe exclusivamente a Lysenko sino que alcanza también a Lamarck, porque la hoguera inquisitorial es la misma: son condenados como lamarckianos todos aquellos -como Lysenko- que no se sujetan al canon neodarwinista. Pero en la URSS no se logró imponer ese canon, de manera que un opositor de Lysenko al que ya hemos mencionado, I.M.Poliakov, era el redactor y editor de las obras de Lamarck en la URSS, sobre quien publicó en 1962 una obra titulada "J.B.Lamarck y la ciencia de la evolución del reino orgánico". Por el contrario, uno de los más fervientes defensores de Lysenko, I.I.Prezent, publicó otra poco después "J.B.Lamarck biólogo materialista" en la que criticaba determinados aspectos del lamarckismo.

La amplia polémica que se estaba desarrollando en la URSS contrasta poderosamente con la censura que el evolucionismo padecía en los países capitalistas, especialmente en Estados Unidos, donde en 1925 se celebró el llamado "juicio del mono" en el que el Tribunal Supremo de Tennessee condenó a un profesor por violar la ley Butler que declaraba ilegal impartir en las escuelas cualquier teoría que negara la creación divina del hombre a partir de la nada que enseña la Biblia: "La Asamblea General del Estado de Tennessee establece que es ilegal que cualquier educador de cualquiera de las universidades, institutos normales o escuelas de este Estado mantenido total o parcialmente con fondos asignados por este Estado para la enseñanza pública, enseñe cualquier teoría que niegue la Creación Divina del hombre tal como lo revela la Biblia, y enseñe por el contrario que el hombre desciende de un orden inferior de animales". La censura científica en

Estados Unidos llega hasta nuestros días. La ley Butler no fue derogada hasta 1967, de modo que, durante más de 100 años después de la aparición de “El origen de las especies” en 15 Estados de Estados Unidos se estuvo enseñando la creación bíblica como fundamento de la biología en los centros públicos de enseñanza. Como escribió Bernard Shaw, Estados Unidos se estaba convirtiendo en el hazmerreir del mundo civilizado. A causa de ello, hasta la fecha actual las encuestas de opinión constatan que entre la población la credibilidad de la teoría de la evolución es mucho más baja en Estados Unidos que en cualquier país europeo. Durante el pasado siglo era frecuente que en los países capitalistas muchos investigadores no manifestaran en público sus convicciones lamarckistas por miedo a perder sus empleos o a ser vapuleados en los medios científicos. Piaget ha narrado algunos casos de censura a las que califica como auténticas coerciones (525).

Un profesor de química de la Universidad de Oregón, Ralph Spitzer, fue despedido en 1959 por enseñar las teorías de Lysenko en su aula. A la carta de despido el rector aportó como prueba un artículo de Spitzer en la revista *Chemical and Engineering News* defendiendo a Lysenko. El rector, según sus propias manifestaciones, podía tolerar el error del profesor al impartir doctrinas equivocadas, pero en ningún caso podía admitir la divulgación de enseñanzas marxistas. Su carta de despido tenía un carácter ejemplarizante y a causa de ello fue ampliamente difundida por toda la prensa estadounidense en primera plana. Spitzer había sido miembro de la asociación “Estudiantes por una Sociedad Democrática” y del Partido Progresista de Henri Wallace, pero fue condenado por marxista junto con su mujer, también despedida. En los artículos científicos se puede citar a Platón, a Descartes o a Comte, pero en ningún caso a Marx.

El caso de Linus Pauling fue similar al de Spitzer. Además de ser uno de los más importantes biólogos moleculares del pasado siglo, Pauling fue un destacado militante por la paz, contra el armamento nuclear y contra las guerras desencadenadas por Estados Unidos. En 1954 recibió un Premio Nóbel por su trabajo científico y en 1962 otro por su trabajo militante en favor del desarme. A causa de ello fue represaliado por la furia maccarthysta, le quitaron el pasaporte y anularon las subvenciones públicas a su laboratorio. También le privaron de su pasaporte a Salvador Luria y, por otro lado, a los británicos Bernal y Hodgkin les prohibieron la entrada en Estados Unidos, así como a Jacques Monod: “La ciencia permaneció bajo vigilancia en tiempos de los procesos macarthystas y su caza de brujas. Entonces muchas y distinguidas figuras se vieron privadas de sus recursos económicos y enviadas al exilio” (526). Para poder ejercer como docentes, en las universidades estadounidenses se obligaba a los profesores a jurar que no eran comunistas.

En una entrevista reciente al biólogo Jan Sapp publicada por *Sciences et Avenir* los periodistas le comentan que las observaciones que contradicen el neodarwinismo son antiguas, preguntándole seguidamente acerca de los motivos por los cuales se han ocultado durante tanto tiempo. Sapp responde que ello se debe a múltiples razones de tipo político. Afirma que en los años cincuenta era peligroso hablar de herencia citoplasmática y del papel de la simbiosis en la evolución: “Abordar esas cuestiones suponía arriesgarse a pasar por lamarckiano, o peor, por un discípulo del soviético Lysenko, es decir, por un comunista”. El propio Sapp confiesa que él mismo fue censurado en Estados Unidos y tuvo que marcharse a trabajar a Canadá: “Cuando me interesé por esos grandes biólogos de la posguerra que habían trabajado sobre otros modelos diferentes del neodarwinismo, como Tracy Morton Sonneborn o Victor Jollos, ¡Se me acusó de comunista! Tuve que abandonar Estados Unidos y salir a Canadá, el único medio para mí de redescubrir los trabajos pioneros de esos sabios que habían huido del racismo de la Alemania hitleriana y que se metieron en una trampa por la intolerancia académica en su exilio americano” (527).

Durante la guerra fría Henry E. Sigerist (1891-1957), profesor de historia de la medicina en la Universidad John Hopkins, fue ferozmente atacado por la Asociación Médica Norteamericana al poner a la sanidad soviética como ejemplo para los demás países. Fue purgado por la Comisión del Servicio Civil Gubernamental, lo que le impidió ocupar cargos públicos en lo sucesivo, teniendo que regresar a Suiza, su país de origen.

Otro caso parecido fue el de Gordon Gould, uno de los precursores en las aplicaciones industriales y militares del láser, quien en 1954 fue expulsado del colegio de Nueva York en el que ejercía como docente y tampoco pudo trabajar en un proyectosuyo para construir el primer láser.

En aquella época se organizó otra persecución contra Wilhelm Reich en Estados Unidos, empezando por las campañas de desprestigio, el subsiguiente aislamiento y, finalmente, el menosprecio de los científicos auténticos. En 1947 la FDA inició su campaña de asedio; en 1950 el FBI se sumó a esta particular guerra. En 1953 comenzaron los ataques de asociaciones norteamericanas de médicos y psiquiatras. La FDA no tardó en trasladar su persecución a los tribunales manipulando la información: Reich y sus colaboradores fueron acusados de fraude. Nada mejor que los jueces para diferenciar la ciencia de la seudociencia e imponer medidas represivas: la Fundación Wilhelm Reich no pudo comercializar los acumuladores de orgón, ni tampoco difundir sus libros y publicaciones. Pero a esta moderna Inquisición no le bastó con prohibir sino que necesitó destruir los acumuladores de orgón, las revistas y los libros publicados por la *Orgone Institute Press*. En 1955 un grupo de terapeutas de orgón pidió el levantamiento de la prohibición pero la solicitud fue rechazada y el fiscal inició una acción por contumacia criminal contra la Fundación, contra Reich y contra su colaborador Michael Silvert por violar la orden de suspensión. Al año siguiente comenzó el juicio en Portland con Reich y su colaborador detenidos, farsa que acabó con la condena de ambos a pena de prisión y una multa que debía pagar la Fundación. La FDA cargó un camión con los acumuladores, los libros, los folletos, las revistas y los boletines y los arrojaron a un incinerador, incluidos los libros de Reich, a pesar de que no estaban sujetos a la sentencia. Reich murió en prisión en 1957 y todas sus notas fueron destruidas (528). Esto ni sucedió en el siglo XIII ni tampoco en la URSS.

La historia ha sido vuelta del revés porque el denominado “caso Lysenko” no es un supuesto que demostraría la censura allí imperante sino justamente lo contrario, la existencia de una amplia y libre controversia de ideas, que es la única manera de impulsar el progreso del conocimiento. En la URSS se debatió abierta, pública y libremente sobre toda clase de asuntos, incluidos los científicos y nunca se dejó de polemizar acerca de ningún asunto en todos los ámbitos sociales, políticos y universitarios. Allá pudieron conocer y debatir corrientes innovadoras dentro de la biología que en los países capitalistas fueron ignoradas o incluso deliberadamente silenciadas. Pero los victimarios pretenden hacerse pasar por víctimas; quienes han dado la vuelta al asunto son los mismos que hasta la fecha de hoy pretenden imponer el mendelismo como dogma absoluto, aún a costa de censurar a quienes desvelan las incoherencias internas de sus postulados.

Stalin estaba muy interesado en la discusión sobre la genética, siguió el debate muy de cerca y aunque no existen escritos suyos, en las reuniones siempre defendió las tesis evolucionistas de Lamarck, Darwin y Michurin. En una carta dirigida a Lysenko el 31 de octubre de 1947, le comenta al agrónomo: “En cuanto a la situación de la biología en el ámbito teórico, pienso que la postura de Michurin es la única que realiza un enfoque científico válido. Los weissmanistas y sus seguidores, que niegan la herencia de las características adquiridas, no merecen entrar en el debate. El futuro pertenece a Michurin”. En el diario de V.Malishev, vicepresidente del gobierno en la época, hay una anotación con algunos comentarios privados de Stalin sobre Lysenko en los que dijo que era el continuador de Michurin, habló de sus defectos y de los errores que había cometido “como científico y como ser humano”, que había que supervisar sus experimentos, pero que también había que impedir su destrucción como científico porque eso significaba ponerlo en manos de los “shebrakianos” (528b). Con esta designación Stalin se refería a Shebrak, un genetista formal que había dirigido en 1946 la sección científica del Comité Central. En la polémica soviética nunca hubo un intento de liquidar el formalismo genetista sino que se trataba justamente de lo contrario: de evitar que esa corriente aplastara a su contraria, la que encabezaba Lysenko. De ese modo volvemos a descubrir que la falsificación de la historia ha vuelto las cosas del revés, poniendo a las víctimas en el lugar que corresponde a los victimarios.

No obstante, lo más importante es que aquella batalla ideológica contribuyó a frenar la proliferación de teorías racistas y eugenésicas en la URSS. En realidad, detrás de las nuevas teorías y prácticas

“científicas” de la genética formal se escondía el racismo, que a comienzos del siglo XX se había convertido en la religión de los imperialistas. Impulsado por la burguesía, el racismo se presentó como algo “científico” y “progresista”, como una aplicación natural del conocimiento sobre la reproducción al campo de la sociedad y con el fin de mejorarla (528c). Como suele suceder, subyacía en sus propuestas la errónea creencia, muy característica de las ciencias naturales, de que los problemas económicos, sociales y políticos no son tales sino auténticos problemas técnicos y científicos, de que su causa es esa y, por tanto, su solución también debe ser de ese mismo carácter.

Desde Aristóteles, es decir, desde hace más de dos mil años sabemos que el hombre es un “animal racional” y, en consecuencia, que su naturaleza es dual, que coexiste un componente biológico junto a otro sociológico y que éste no es reductible a aquel. Esta dualidad no ha sido bien recibida, de manera que en la historia de la biología es muy frecuente observar los dos errores que sobre este punto se cometen con tanta frecuencia. Las concepciones fideístas creen que dios creó al hombre “a su imagen y semejanza” y que, por tanto, el hombre no forma parte de la naturaleza sino de dios. Al otro lado se sitúan quienes reducen al hombre a la condición animal, e incluso peor, a la de una maquinaria bioquímica. Una gran parte de la animadversión de los creyentes por la evolución proviene de esta concepción que reduce al hombre a una maquinaria bioquímica. La tesis de Lamarck y Darwin de que los antecesores de los hombres y de los simios fueron los mismos, fue asimilada a la de que el hombre es un simio o algo equiparable a un simio. También en este punto los errores de los unos han alimentado los de los otros. Pero nada de ello es imputable a la teoría evolucionista, en donde el lugar del hombre quedó bien determinado en la clasificación de las especies. Así, después de establecer el parentesco del hombre con los demás primates, Lamarck advierte: “Tales serían las reflexiones que se podrían hacer si el hombre considerado aquí como la raza preeminente en cuestión, no se distinguiera de los animales más que por los caracteres de su organización y su origen no fuese distinto del suyo” (529). También aquí Lamarck tenía razón: el hombre no se distingue de los demás animales sólo por “los caracteres de su organización”.

La biología nació como una ciencia taxonómica cuyo objeto era clasificar la diversidad de las especies vivas, reconducir la multiplicidad a la unidad. Cuando a finales del siglo XIX, a partir de Weismann, de ese binomio sólo queda la diversidad, la biología adopta un sesgo bien diferente. Cuando, además, ese mismo objetivo se impuso a la sociedad, la biología se convirtió en eugenesia, en el intento de clasificar (y por tanto de dominar) a los hombres, de establecer diferencias entre ellos y, en consecuencia, justificar las políticas de desigualdad social. Darwin, Mendel y Gobineau escriben al mismo tiempo, poniendo al desnudo las contradicciones que el concepto ilustrado de igualdad de todos los hombres acabó planteando a la burguesía sólo un siglo después de haberlo llevado a los textos legales más importantes y, naturalmente, endosando su propia incongruencia al movimiento obrero. Un siglo y medio después los Medawar siguen planteando así la cuestión: “Los marxistas desprecian la noción darwiniana de que existen diferencias innatas de las capacidades humanas y, en su lugar, deciden sostener que los hombres nacen iguales y son producto de su crianza y su medio” (530). De modo que esta ridícula pirueta histórica quiere hacernos creer que fue Marx y no las declaraciones burguesas de derechos, empezando por la norteamericana de finales del siglo XVIII, las que postularon que los hombres “nacen iguales”. De esa forma volvemos a la dicotomía entre la política y la ciencia: las declaraciones legales -efectivamente- tienen poco que ver con la realidad porque los hombres nacen desiguales y su desarrollo y crianza posterior multiplica esa desigualdad originaria. La biodiversidad no alcanza sólo a las especies sino a cada individuo dentro de ellas. Por lo tanto, también alcanza al hombre: todos los hombres son diferentes unos de otros. Pero ¿por qué son diferentes los hombres? Precisamente porque son hombres, es decir, porque todos ellos son iguales; son diferentes porque son iguales y sólo pueden ser diferentes en la medida en que son iguales. Para que dos cosas desiguales se puedan comparar tiene que existir algún punto de semejanza que permita esa comparación. Pero a la burguesía, cuya ideología es metafísica, le interesó a finales del siglo XVIII defender la igualdad y medio siglo después le interesó defender la desigualdad, de manera que en cada momento histórico se quedó con uno de los extremos de la contradicción, olvidándose del otro.

La genética demuestra la unidad dialéctica de la igualdad y la diferencia, por más que unas veces se recurra a un aspecto y otras al otro por separado de manera oportunista, según lo que se pretenda "demostrar" en cada momento. Así, se alude al genoma humano como si todos los hombres tuvieran el mismo, mientras que en otras ocasiones se recurre a determinado gen como elemento diferencial de un determinado rasgo. Está más que comprobado que el genoma de todos los hombres es casi idéntico, e incluso que también coincide hasta extremos sorprendentes con el genoma de algunas especies muy alejadas del ser humano. Esto demuestra que las diferencias más importantes entre las especies y entre los individuos de una misma especie no se agotan con el análisis de su genoma. Los seres humanos se pueden clasificar de muchas maneras diferentes; no obstante, todas ellas serán siempre internas a una única especie. Siguiendo a Aristóteles, Linneo clasificó al hombre entre la materia viva como *Homo sapiens*, confirmando que en el hombre no hay especies sino que él es en sí mismo una única especie. En consecuencia, todos los hombres son iguales porque todos forman parte de la especie *Homo sapiens*. Pero también es igualmente posible establecer diferencias entre la especie y valorar que algunas de esas diferencias (rapidez, fortaleza, inteligencia) son mejores o más favorables que otras. Ahora bien, clasificar a los seres humanos es bastante distinto de clasificar a los artrópodos y no cabe duda de que en la especie humana los criterios más importantes a tener en cuenta son las de carácter social y cultural, al menos a determinados efectos.

El concepto de raza tiene un origen biológico que se inicia en los animales y no se aplica a los seres humanos hasta finales del siglo XVII como una manera de estudiar la diversidad y las diferencias entre ellos. Se empezó a poner el acento en la diversidad y no en la unidad de tipo de la que luego hablaría Darwin. Después esa diversidad de razas había que reclasificarla de alguna manera, la más conocida de las cuales es la que elaboró John F.Blumenbach (1752-1840). Existían cinco razas humanas diferentes, que Blumenbach relacionaba con el color de la piel. Se pueden resumir las clasificaciones raciales elaboradas afirmando que ninguna de ellas tenía ningún sentido evolutivo (531), lo cual en biología debe ser suficientemente concluyente del alcance de las mismas. En el siglo siguiente esas diferencias entre razas humanas se habían jerarquizado, se habían convertido en superioridades e inferioridades. Al mismo tiempo que Linneo, el filósofo británico Hume fue uno de los primeros que reconvierte las diferencias en jerarquías, seguido luego por el francés Cuvier, bajo la forma de superioridad de unas razas sobre otras, es decir, adoptando un nuevo significado colectivo. Los hombres no sólo son diferentes sino que, colectivamente, los pertenecientes a una determinada raza son superiores a los de otra. Así, unos pueblos son mejores, más fuertes y más inteligentes que otros.

A finales del siglo XIX el concepto biológico de raza adquiere ya la pretensión de explicar la evolución de la cultura y la historia humanas. Las razas dominantes son las que han promovido las formas culturales más brillantes. La decadencia de las naciones dominantes se ha producido a causa de la degeneración biológica de la raza, por el mestizaje. La historia no es otra cosa que el campo de batalla donde se libran las contiendas entre las razas. Las diferencias entre ellas se preservan porque no son sociales sino naturales, es decir, genéticas o congénitas. El trasiego ideológico de la naturaleza a la sociedad, un recorrido de ida y vuelta, es permanente y concierne a todos los ámbitos de la biología. Se transvasa el malthusianismo que había nacido para las sociedades, pasa luego a todos los seres vivos y retorna de nuevo a la sociedad en forma de superpoblación, de lucha por la subsistencia, colonización, expansión, emigración e imperialismo, en definitiva. Se transvasa también en forma de selección natural, de guerra, concebida como la continuación de la biología por otros medios, la lucha de todos contra todos. Según Paul Rohrbach, la historia no es más que una "selección duradera de los pueblos más capaces que llegarán a realizar una porción de progreso humano imprimiendo al universo el sello de su idea nacional" (532). Si algunas religiones consideran que dios tenía su "pueblo elegido", la biología tenía el suyo propio.

Finalmente, la raza superior se puede y se debe preservar en su pureza y, si es posible, mejorarla mediante una cuidadosa crianza. Si el hombre se puede considerar como una maquinaria bioquímica, con más razón se puede también equiparar al ganado. La mejora de la raza es imprescindible para ganar la guerra -biológica y militar- de todos contra todos. En el antiguo Egipto

los faraones practicaban el incesto para que su descendencia se pareciera lo más posible a su propia persona, para mantener la identidad y la pureza de su estirpe, descendiente de dioses. No es que el poder político de los reyes derive de dios sino que el rey -como los papas romanos- es la encarnación de dios en la tierra. Según una reiterativa fórmula de las constituciones monárquicas, la persona del rey es sagrada. Por eso la realeza europea ha practicado la endogamia durante siglos; los príncipes, los nobles, los aristócratas pretendían sobrevivir a sí mismos, perpetuarse en su descendencia. El cuento de la Cenicienta nace entre los plebeyos que aspiran a convertir a sus hijas en princesas, porque los príncipes nunca a aspiraron a otra cosa que a preservar su condición (biológica y social). Al fin y a la postre la palabra "bastardo" es un insulto en casi todos los idiomas; las mezclas siguen sin gustar. En biología las hibridaciones del siglo XIX se transformaron en su contrario, en la búsqueda de la pureza, del homozigoto. Los conceptos fundamentales se volvieron del revés. Hibridación pasó a convertirse en sinónimo de degeneración, mientras que la consanguinidad permitía la regeneración, el reencuentro con la pureza perdida. Pero la pureza es difícil de encontrar, por lo que hubo que obtenerla de manera antinatural a través de los cruces consanguíneos. Los criadores de animales de pedigrí practican habitualmente el incesto con ellos para obtener razas puras. Antes de Weismann la biología coincidía en defender que los híbridos se caracterizan por su vigor renovado (heterosis) y por una mayor capacidad de adaptación pero, a partir de entonces, se comenzó a abrir una via opuesta, favorable a la pureza génica. En alemán existen dos vocablos distintos para aludir al incesto: junto a la coloquial *inzest* existe otra más técnica (*inzucht*) cuyo empleo se ha extendido a otros idiomas como una técnica de cultivo consanguíneo especialmente utilizado en las plantas, a las que también se puede forzar a la autofecundación, aunque se trate de especies alógamas, a fin de lograr su pureza.

Una de las discusiones que se entabló en la URSS en torno a Lysenko y el mendelismo concernía precisamente a la técnica de *inzucht* y la mayor o menor vitalidad que presentaban las plantas híbridas con respecto a las puras. Por lo tanto, la discusión también tenía un aspecto práctico: si había que sembrar variedades puras o era mejor hacerlo con híbridos. Los mendelistas como Vavilov defendían las variedades puras, preferían el *inzucht*, en definitiva, mientras Lysenko era partidario de las hibridaciones. Según Lysenko "cuanto más homozigoto es el patrimonio hereditario menos se adapta el organismo a los cambios en las condiciones". Por el contrario, el *inzucht* de una planta alógama empobrece el patrimonio hereditario y, por consiguiente, disminuye su capacidad de adaptación biológica.

La mayor parte de las críticas vertidas contra Lysenko conciernen precisamente a su falta de consideración sobre la pureza génica de los ejemplares con los que experimentaba, que no se trataba de variedades puras y que esta circunstancia alteraba los resultados. Esta objeción es cierta: Lysenko no sólo no atiende a la pureza génica sino que sus experimentos no se practicaron *in vitro* sino en condiciones silvestres, lo cual acentúa ese condicionamiento. No sólo los postulados teóricos de Lysenko son distintos sino que también las condiciones en las que realiza los experimentos son diferentes. A Lysenko le interesa la hibridación en condiciones naturales y no de laboratorio. Por lo tanto, sus concepciones botánicas adolecen de esa servidumbre que, indudablemente, debe tomarse en consideración. Pero también deben tomarse en consideración las servidumbres de los experimentos mendelistas, que se realizan con variedades supuestamente puras y en las condiciones asépticas de una laboratorio. Porque estamos tratando de la vida en la naturaleza, no de la vida *in vitro* (si a eso se le puede llamar vida). ¿Se pueden extrapolar los resultados mendelistas desde el laboratorio a la naturaleza? ¿Acaso existe en la naturaleza algún ser vivo génicamente puro? La conclusión de Mae Wan Ho es que no existen los linajes puros: "Todas las poblaciones humanas son genéticamente diversas y tienen varios alelos comunes en la mayoría de los genes. Para la mayor parte de los organismos que se reproducen sexualmente es imposible obtener líneas puras, las que por definición tendrían que ser homocigotos en todos sus genes. Cuando se llevan a cabo experimentos de laboratorio para producir líneas que sean homocigotos en la mayor cantidad de genes posibles por cruce interno, es decir, cruzando individuos genéticamente relacionados, como hermanos o medio hermanos entre sí o los padres con sus descendendientes,

estos tienden a morir rápidamente debido a los efectos adversos denominados en conjunto ‘depresión endogámica’” (533). Los experimentos biológicos en laboratorio y con cobayas de laboratorio también pueden dar lugar a conclusiones erróneas. Los animales criados *in vitro* se han obtenido por procedimientos incestuosos y han llevado una vida artificial, por lo que disponen de un sistema inmunitario muy débil y son propensos a contraer toda clase de patologías. La inoculación de virus que en animales de laboratorio les causa graves tumores e incluso la muerte, resulta inocua cuando el mismo experimento se lleva a cabo con animales silvestres.

Entre los mendelistas la búsqueda de la pureza es la persecución de lo inmaculado y virginal. También los alquimistas propagaron la existencia de unos metales “nobles”, el oro y la plata, y en la tabla periódica de los elementos aún se denominan gases “nobles” a aquellos que se mezclan con dificultad. Subyacen aquí dos cosmovisiones radicalmente enfrentadas en los más variados terrenos, incluido el biológico, de las que ya hemos enumerado algunas (las células no se fusionan, las hibridaciones vegetativas no existen) pero podríamos exponer otras parecidas que podrían entrar dentro de la corriente del pedigrí, el homozigoto y demás formas de pureza génica. Así, en la paleontología está muy difundida la tesis (que no es más que una hipótesis harto dudosa) de que los neandertales no se mezclaron con los cromañones, los primeros *Homo sapiens*, a pesar de que ambos convivieron durante al menos 10.000 años compartiendo el mismo territorio. El legado que la paleontología nos ha transmitido de los neandertales procede del estudio que realizó Marcellin Boule entre 1909 y 1912 de los restos hallados en La Chapelle-aux-Saints, en Francia: había aparecido el hombre de las cavernas. El tamaño de los fósiles neandertales sugiere una baja estatura (1’60 metros), físico corpulento (84 kilos), grandes músculos y una ancha caja torácica, una estampa bestial de seres primitivos, anteriores en la escala evolutiva al hombre moderno, el auténtico *Homo sapiens sapiens*. Según nos aseguran, los humanos actuales no podemos descender de seres tan primitivos. Esa falsa imagen tradicional ha conducido a afirmar que el neandertal no es un *Homo sapiens* sino una especie distinta; los análisis genéticos “demuestran” que no tenemos ni rastro de los genes de neandertal. Esta hipótesis (que aparece como tesis) ha creado otro gran misterio de la evolución, la desaparición de los neandertales sin dejar rastro. Como los cromañones no se mezclaron con ellos, la desaparición de los neandertales es una incógnita que a veces se resuelve con el recurso fácil a la lucha por la vida: la comptentecia entre cromañones y neandertales acabó con la extinción de estos porque los primeros eran superiores, mejores, más aptos, más inteligentes.

Otro componente más del peyorativo estereotipo neandertal es la hipótesis lanzada en 1971 por el lingüista Philip Lieberman y el anatomista Edmund Crelin de que, por su desarrollo anatómico, los neandertales no tenían capacidad para hablar. Sin embargo, en Oriente Medio se han descubierto recientemente restos de un neandertal entre los que sobresalía un hueso hioides de la garganta, similar al del *Homo sapiens*. Quizá aún no podían emitir una gama de sonidos tan amplia como la actual, pero reunían todas las condiciones fisiológicas del habla y, por lo tanto, hablaron. Por otro lado, la exploración realizada en 2007 en la Cova Gran de Santa Linya (Lleida) demuestra que el yacimiento estuvo ocupado tanto por los neandertales como por el *Homo sapiens*. Es más, la industria lítica fabricada por ambas especies está estratigráficamente separada por sólo 10 centímetros. La paleontología soviética, aunque se fundamentó en el estudio de un escaso número de fósiles, defendió las tesis expuesta por Gabriel de Mortillet en 1883 y Ales Hridlicka en 1927, según la cual los neandertales “fueron los antepasados del hombre actual. Cuesta suponer -añade Niesturj- que una población tan numerosa de neandertalenses se hubiera extinguido absolutamente, sin dejar huellas” (534). Hasta abril de 2010 los análisis genómicos realizados a los restos neandertales se habían basado en el ADN mitocondrial. No obstante, cuando Richard E.Green pudo realizar una reconstrucción del genoma cromosómico, demostró que los humanos actuales y los neandertales compartimos un 99,7 por ciento del genoma, por lo que los neandertales nos han legado entre el 1 y el 4 por ciento de nuestro genoma, como consecuencia de un apareamiento que ocurrió hace 60.000 años (535). Esto confirma la tesis que ha venido sosteniendo el paleontólogo estadounidense Erik Trinkaus, según la cual los neandertales no desaparecieron sino que se cruzaron

con el *Homo sapiens*. Por consiguiente, neandertales y cromañones estuvieron en contacto, se comunicaron y, posiblemente, incluso intercambiaron entre sí herramientas y conocimientos. A pesar del legado transmitido por la paleontología desde hace un siglo, se ha ido descubriendo que los neandertales conocían el fuego, tallaban sus herramientas, enterraban a sus muertos y fabricaban adornos rudimentarios, indicios de un modo de vida social muy avanzado y, por lo tanto, de un intelecto muy desarrollado. Apenas es posible imaginar dos tesis más contradictorias que la del exterminio y la del apareamiento de dos especies, en donde la primera naufraga, una vez más, porque no tiene otro fundamento que los prejuicios raciales.

Los gráficos con los cuales los paleontólogos ilustran la evolución de los homínidos son, ciertamente, muy curiosos y podrían ilustrar también la "ley" de las series homólogas que Vavilov estableció para las plantas cultivadas. Se trata del nacimiento y posterior extinción, una tras otra, de varios tipos diferentes de homínidos que evolucionan en paralelo a lo largo de cientos de miles de años y, aunque algunas de ellas coincidan en el tiempo, se dibujan como las líneas paralelas de Euclides, que jamás se cruzan entre sí. También aquí los paleontólogos lo que buscan son las diferencias de unos homínidos con otros, así como remarcar la importancia del descubrimiento que cada uno de ellos realiza. Está desapareciendo la vieja imagen de la evolución como un "árbol" cuyas ramas son líneas divergentes, lo mismo que la teoría de los eslabones de Darwin: no se trata ya de que los eslabones perdidos no aparezcan sino que nunca los hubo. Al ser especies muy distintas entre sí, no son posibles los cruces entre esos homínidos, no aparece ninguna forma de interacción entre ellos, excepto una, el exterminio, porque en ocasiones se sostiene que los homínidos superiores exterminaron a los inferiores. Algunos paleontólogos pretenden recuperar las peores y más sospechosas versiones del malthusianismo y el neodarwinismo y, en lugar de hibridación, lo que prevalecen son otros conceptos: la extinción seguida de la sustitución o reemplazamiento de una especie por otra. Que numerosas especies de seres vivos se han extiguido y que otras se siguen extinguiendo en la actualidad, es algo difícilmente discutible, y los homínidos no tienen por qué ser una excepción a dicha norma. Pero la evolución es incompatible con la generalización de ese fenómeno. La discontinuidad observada hasta la fecha tiene que conducir a alguna forma de continuidad, es decir, de contacto, tanto en cuanto a un origen común de algunas de las diferentes líneas, como a la no desaparición de otras que, bajo una morfología distinta, llegan hasta la actualidad, hasta el *Homo sapiens*.

Linneo convirtió al animal "racional" de Aristóteles en el *Homo sapiens* que coronaba la clasificación de las especies vivas, poniendo al intelecto en un primer plano de la evolución. Pero si en biología la noción de vida es un verdadero laberinto, lo mismo sucede a la hora de concebir el pensamiento. Para introducirlo en la evolución el reduccionismo positivista viene identificando la capacidad intelectual con el tamaño cerebral según una ecuación simplista: a mayor cerebro (o una versión un poco más sofisticada, como el denominado coeficiente de cefalización), mayor inteligencia. De ese modo da la impresión de que el cerebro segrega pensamientos del mismo modo que el riñón segrega orina. En ocasiones ni siquiera es todo el cerebro lo que se toma en consideración sino sólo una parte del mismo. Otra versión reduccionista de esta misma concepción consiste en afirmar que un desarrollo tecnológico mayor, materializado en la fabricación de herramientas, acredita una inteligencia superior. Estas concepciones son unilaterales e incluso claramente erróneas algunas de ellas. Los hombres actuales no somos más inteligentes que Tales de Mileto porque seamos capaces de construir aceleradores de partículas. Por otro lado, un comportamiento humano más complejo no es consecuencia de una mayor masa cerebral sino de una reorganización más compleja de la misma. El cerebro del *Homo sapiens* no se diferencia -principalmente- del de una especie progenitora por su mayor tamaño sino por una mayor densidad neuronal y una reestructuración interna del sistema nervioso. Las diferencias, decía Ramón y Cajal, no son cuantitativas sino cualitativas (537). Después de afirmar que el hombre tiene cuatro veces más neuronas que un chimpancé, Chauchard explica la especificidad del cerebro humano de la forma siguiente: "No es el número de neuronas lo que cuenta en sí, sino la riqueza de interconexiones y la densidad de la red [...] La diferencia no es de volumen ni de peso sino de

estructura íntima. Hay zonas esenciales a las que no podríamos tocar sin perturbar el psiquismo, pero aparte de éstas, podrían hacerse amplias ablaciones sin causar demasiados perjuicios [...] La ablación total del cerebro opuesto, si bien causa trastornos motores y sensitivos, no altera la inteligencia" (538). La evolución de los mamíferos no ha desarrollado todas las áreas del cerebro de manera simultánea. Un 90 por ciento de la corteza cerebral humana es neocorteza (isocorteza), en su mayor parte de carácter asociativo, que es la parte que más se ha desarrollado (539). El índice de cefalización, por consiguiente, es sólo una medida muy grosera de la evolución del pensamiento.

Pero la cuestión primordial es que tanto el aumento de tamaño como la reestructuración interna del cerebro no fue la causa sino la consecuencia del pensamiento. El pensamiento no es consecuencia del incremento de la masa cerebral sino del uso, esto es, de la comunicacion entre los hombres. Las facultades cognitivas están íntimamente vinculadas al lenguaje y el lenguaje es consecuencia de la naturaleza social del hombre y, por consiguiente, de la continua comunicación entre ellos: "El lenguaje mismo es tan producto de una comunidad como en otro sentido, lo es la existencia de la comunidad misma. Es, por así decirlo, el ser comunal que habla por sí mismo" (540). El hombre es un animal racional porque es esencialmente social. Es la comunicación entre los seres humanos y su posterior desarrollo en forma de lenguaje articulado lo que transformó cuantitativa y cualitativamente el cerebro. También aquí, como decía Lamarck, la función precedió al órgano: los idiomas se aprenden hablando, con el uso, como lo demuestra el temprano aprendizaje infantil del idioma materno. Las primeras formas de comunicación verbal no concernían al intelecto sino a la actividad y a los estados de ánimo; las primeras formas lingüísticas son los verbos y, más concretamente, los tiempos verbales imperativos (541).

La sociabilidad humana significa también que el intelecto es universal, como sabemos desde los estoicos. Todos los hombres son capaces de pensar y, por ello mismo, de comunicarse entre sí, de recibir y transmitir información por medio del lenguaje. Descartes identificaba la razón con el sentido común. La universalidad de la razón diferencia al hombre del animal e iguala a todos los hombres entre sí (542). Las preocupaciones han cambiado bastante desde entonces. Hoy se habla más del famoso "cociente intelectual" que del intelecto mismo. Algunas corrientes evolucionistas están llenas de prejuicios de la más variada especie, y el pensamiento tampoco podía escapar a ellos. Los prejuicios se acarrean del pasado y se extrapolan al presente: del mismo modo que los brutos neandertales no pudieron mezclarse con los *Homo sapiens* porque éstos son el hombre moderno, tampoco este hombre moderno podía mezclarse con los salvajes, que son los supervivientes actuales de las especies primitivas, etnias inferiores destinadas también -inexorablemente- a la extinción. Así, para destacar el arcaísmo morfológico de los neandertales, las ilustraciones de las enciclopedias los comparan con un prototipo humano extraído de las calles de Londres, Berlín o Nueva York, como si los yanomani amazónicos, los bosquimanos africanos o los maoríes polinésicos no fueran perfectos ejemplares del *Homo sapiens* actual. Lo lamentable es que no hay paleontólogos entre los yanomani, bosquimanos o maoríes (o al menos sus enciclopedias no llegan a nuestras librerías). Esa circunstancia ha favorecido que determinados evolucionistas no sólo hayan marginado la existencia de tales *Homo sapiens* sino que hayan construído sus teorías en su contra.

A finales del siglo XIX Europa se había lanzado a la conquista del mundo. Sus naciones se estaban apoderando de las regiones más remotas de los cinco continentes, practicando una política de exterminio poblacional y saqueo material. A pesar de las invocaciones acerca de su superioridad, las formulaciones ideológicas que justificaban esa política imperialista constituían una degeneración total del intelecto. En su decadencia la burguesía ya no creía en el progreso y sus creaciones son una lamentación pesimista y reaccionaria (543). Apenas quedaba nada del racionalismo y las luces de 1800. La burguesía había entrado en su pesadilla más oscura, de la que el racismo es sólo un pálido exponente con numerosas ramificaciones en la filosofía, la historia, la sociología y, naturalmente, la genética. La pretensión de extraer el vuelco teórico de Weismann de ese ambiente ideológico oprobioso es una manipulación de la historia de la ciencia, lo mismo que el "redescubrimiento" de Mendel, las tesis de Bateson o las de Morgan. La introducción de esas concepciones

seudobiológicas -y no otras- en las ciencias sociales no es ninguna casualidad. En 1900 la biología y la sociología se retroalimentan. El director del diario *The Economist* Walter Bagehot (1826-1877) fue el primero que aplicó la selección natural a las sociedades. La diferencia entre el salvaje y el hombre civilizado es igual a la que existe entre los neandertales y los cromañones, los animales silvestres y los domesticados. El proceso de domesticación es el mismo para los hombres y para los animales.

La obra del sociólogo austriaco Ludwig Gumplowicz (1838-1909) prueba, además, los vínculos entre el racismo y el positivismo. Fue un precursor de lo que hoy llamaríamos el "choque de civilizaciones". Según Gumplowicz, la ley suprema de la evolución social es el instinto de conservación, que tiene como consecuencia la lucha de las razas por su supremacía, una lucha despiadada en la que el más fuerte se impone al más débil. Éste es el fundamento de la historia de los pueblos. El motor de la evolución social es la guerra de las diferentes razas por conquistar o preservar el poder político, lucha en la cual la raza más fuerte subyuga a la más débil. El derecho perpetúa la desigualdad política, social y económica, lo mismo que el Estado, que expresa el dominio del más fuerte sobre el más débil. Las nociones ilustradas acerca de la igualdad no tienen para Gumplowicz ningún significado. Por razones naturales, o sea, biológicas, el derecho es lo contrario de la libertad y la igualdad: expresa el dominio de los fuertes y los pocos sobre los débiles y los muchos.

La estadística es otra ciencia de la clasificación: establece una "media" y las "desviaciones" y "regresiones" que aparecen a partir de ella. Siempre ha sido un instrumento de poder y de control sobre las sociedades (544). Su confusión con la genética (biometría) tampoco es ninguna casualidad. La biología está repleta de "monstruos" que rompen la norma de la especie, como la medicina de enfermos y la sociedad de "desviados", de modo que unos son llevados a los laboratorios, otros a los hospitales y otros a los siquiátricos, a las cárceles o a los campos de concentración, lugares en los que se puede experimentar con ellos, practicar lobotomías, electrochoques o drogas. En unos casos la justificación es la enfermedad y la delincuencia, pero en otros es suficiente con la "peligrosidad social". Entonces ni siquiera es necesario un juicio previo para encerrarles porque el Estado actúa con el benéfico fin de curarles.

El planteamiento eugenista de Morgan, por ejemplo, sigue el siguiente discurso "científico": antes de empezar a utilizar métodos genéticos para "regular las características de la raza humana" hay que determinar un canon de lo que es un ser humano, un prototipo del hombre que queremos alcanzar. Estamos de acuerdo en que no queremos imbéciles, pero ¿quiénes son imbéciles? No existen ese tipo de definiciones biológicas. En el denominado "cociente intelectual" o en la "mayoría de edad" no hay más que recursos políticos y, por tanto, ideológicos, instrumentos de poder. Los ejemplos se pueden multiplicar. No queremos enfermos, pero ¿quiénes están enfermos? ¿A quién corresponde tomar esas decisiones "científicas"? Morgan no lo aclara. ¿Serán personajes cualificados como el propio Morgan, que obtuvo el premio Nobel de Medicina? Pero prosigamos con los argumentos de Morgan: "No cabe duda alguna" de que las personas defectuosas son una carga "perpetua" para la sociedad "que se ve en la obligación de confinarlos en asilos y penitenciarías". Así ha sucedido "desde largo tiempo atrás", por lo que la eugenesia no es ninguna novedad. El dilema es el siguiente: si es más conveniente el confinamiento o que queden en libertad previa esterilización. Morgan tampoco aclara para quién es más conveniente una u otra opción. Lo que sí recomienda, sobre la base de criterios genéticos estrictos, es el confinamiento, aunque reconoce que un gobierno puede hacerlo de forma arbitraria. La conclusión "científica" a la que llega es la siguiente: la democracia garantiza que todos los individuos tengan las mismas oportunidades pero "el conocimiento más elemental de la especie humana sabe que semejante conclusión no es sino una ilusión"; luego la democracia contradice la genética (545). Por tanto, lo mejor es que las sociedades se organicen no en torno a la democracia sino en torno a este tipo de argumentos "científicos", que son tan "elementales" según Morgan.

El malthusianismo es un ingrediente fundamental del racismo, presentándose bajo la forma de control de la natalidad con todos los avales seudocientíficos necesarios, incluso en los tratados

actuales de inmunología. Así, Janeway escribe sin rubor: “La inmunología puede contribuir al control de la población vacunando contra la fertilidad. Esperemos que todas estas cosas y muchos otros beneficios todavía inimaginables puedan entusiasmar y estimular a los estudiantes del futuro” (546). Por mi parte espero que no sea así. No sólo no queda claro quién va a ser el beneficiario de ese “beneficio” sino que tampoco es posible imaginar qué relación tiene la inmunología con las vacunas contra la fertilidad, que nunca ha sido considerada como enfermedad contagiosa, salvo que se trate de un reconocimiento implícito de una práctica aberrante que se ha venido imponiendo desde mediados del siglo pasado: la esterilización de las mujeres del Tercer Mundo encubierta como vacunas contra plagas e infecciones.

Pocas dudas pueden caber de que la eugenesia es una política brutal predispuesta contra los sectores más oprimidos de una sociedad clasista que pretende perpetuarse a sí misma. Aunque es muy conocido que la realeza y la aristocracia europea arrastran taras genéticas, físicas y sicológicas desde hace muchísimas generaciones, la eugenesia no se ha planteado exterminar o esterilizar a estos sectores sociales privilegiados; no son su clientela porque el racismo y la eugenesia no se fundamentan en la condición genética sino en la clase social. No menos revelador es el hecho de fundamentar una intervención física sobre el cuerpo humano, como la esterilización, a causa del árbol genealógico, de una supuesta malformación genética de los ancestros, una reminiscencia seudocientífica del pecado original de la Biblia. Lo mismo cabe decir del intento de proceder de esa manera por razones de probabilidad, de posible riesgo, de peligro o de circunstancias cuya concurrencia es sólo probable, pero en ningún caso comprobada (547). Entre las numerosas leyendas que está aportando la genética a la mitología contemporánea está la creación de “grupos de riesgo”, esto es, personas normales aparentemente pero que portan genes defectuosos que los hacen propensos a enfermedades o comportamientos fuera de la norma. Ya hay pólizas de seguros, licencias de matrimonio y profesiones para las que se exigen pruebas genéticas previas.

En su conocido manual de genética, escrito con otros dos autores, Dobzhansky plantea una pertinente pregunta: ¿se hereda la criminalidad? ¿Hay criminales natos, o sea, de nacimiento? ¿Se forjan los criminales en el útero materno? ¿Son también criminales los padres de los criminales? Un apasionante dilema para incluir en los planes de estudio de biología. La respuesta de los mendelistas es empírica o estadística y consiste en comprobarlo acudiendo a la cárcel a estudiar el genoma de los reclusos. Quizá entonces comprueben que cuando alguien entra en ella es a causa de una mutación génica, reversible cuando sale de ella. Pero, ¿por qué realizar la encuesta en una cárcel y no en el consejo de administración de un banco? En los países católicos la usura es un delito y los bancos pasan de propiedad de los padres a la de los hijos, que siguen cobrando intereses astronómicos y apropiandose de las viviendas de quienes no pagan sus hipotecas. ¿Tienen genes criminales los banqueros? La carrera militar también suele ser hereditaria, pasa de padres a hijos, quienes heredan una propensión profesional a acabar con la vida de sus semejantes de manera impune. ¿Se han realizado investigaciones genéticas en los acuartelamientos? ¿Han estudiado los mendelistas el genoma de los evasores de impuestos? ¿O no se refieren a este tipo de criminalidad? ¿O no la consideran criminal sino todo lo contrario, legal? Y su criterio de discriminación sobre lo que es legal y lo que es criminal, ¿acaso es científico? ¿Por qué robar 10 es un crimen y robar 10 millones es un negocio? Las respuestas que se obtuvieran a estas preguntas confirmarían que la criminalidad, como muchas de las acciones humanas son sociales, no biológicas ni genéticas. Por su parte, la de Dobzhansky es que la criminalidad “como tal” no se hereda; lo que se hereda es “una tendencia” hacia un condicionamiento similar de la conducta (548), es decir, casi sí, se hereda un poquito.

Uno de los detractores de Lysenko fue Julian Huxley, nieto del conocido defensor de Darwin y vicepresidente de la Sociedad Eugenésica Británica entre 1937 y 1944, lo que no le impidió llegar a ser el primer Secretario General de la UNESCO en 1946. Escribió un libro contra Lysenko, y también cosas como ésta:

> Por grupo social problemático entiendo a esa gente de las grandes ciudades, demasiado conocida por los trabajadores sociales, que parece desinteresarse de todo y continuar

> simplemente su existencia desnuda en medio de una extrema pobreza y suciedad. Con demasiada frecuencia deben ser asistidos por fondos públicos, y se vuelven una carga para la comunidad. Desgraciadamente, tales condiciones de existencia no les impiden seguir reproduciéndose, y sus familias son en promedio muy grandes, mucho más grandes que las del país en su conjunto.
>
> Diversos tests, de inteligencia y de otro tipo, revelaron que tienen un C.I. [cociente intelectual] muy bajo, y que están genéticamente por debajo de lo normal en muchas otras cualidades, como la iniciativa, el interés y afán general exploratorio, la energía, la intensidad emocional y el poder de la voluntad. Esencialmente, no son culpables de su miseria e imprevisión. Pero tienen la mala suerte de que nuestro sistema social abona el suelo que les permite crecer y multiplicarse, sin otra expectativa que la pobreza y la suciedad.

Como muestran estas afirmaciones, el racismo no era un problema étnico sino social. Las políticas racistas van dirigidas contra los trabajadores y los sectores sociales oprimidos y marginados en su conjunto.

Los positivistas imaginan que ideologías, como el racismo, son ajenas a la ciencia y a los científicos, que llegan de fuera de ella o que son extrapolaciones (manipulaciones) posteriores a ella. La historia demuestra, por el contrario, que la ideología empieza y acaba junto con la ciencia. Por ejemplo, a lo largo de la historia la lepra ha sido una enfermedad que causó estragos entre las poblaciones, adquiriendo un aura mítica y mística, una especie de castigo divino. Antes de conocer sus causas, ya en el siglo XVII la lepra había sido erradicada, gracias a una dilatada experiencia empírica. Pero el pánico estaba arraigado tanto entre la población como entre los científicos, de manera que, pese a desaparecer la enfermedad, los tratados de medicina empezaron a hablar de que existían dos tipos: los leprosos auténticos y los semileprosos. Los primeros habían desaparecido pero subsistían los segundos. Se sabía además que la enfermedad no era contagiosa pero los manuales divulgaron que era hereditaria. De ahí que a partir del siglo XVII empiece a aparecer un supuesto colectivo de semienfermos cuyo mal se transmitía de padres a hijos como la maldición del pecado original: se denominaron agotes y fueron confinados en los Pirineos. Un avance científico abría el camino a una deformación ideológica, con sus lamentables secuelas de marginación, legal y social, seguidas durante siglos (549). Al igual que los leprosos, los agotes fueron internados, se les marcó con distintivos en sus ropas para que la población los marginara, se decía que olían mal (fetidez, halitosis), lo mismo que los gitanos, los moros y los judíos, etc. Como a cualquier otro monstruo, los médicos les extraían sangre e hicieron toda clase de experimentos con ellos, lanzándose las más absurdas teorías acerca de su origen porque -no cabían dudas- tales personas no podían tener el mismo origen que el resto de las personas “normales”: eran una raza distinta y las razas distintas siempre llegan hasta aquí desde algún lugar bien remoto. Por consiguiente, había que adoptar precauciones: sólo podían casarse entre ellos porque -una vez más- la mezcla volvía a presentarse como arriesgada. Lo que se había iniciado como un problema médico, ya resuelto, degeneró en un problema étnico. La pureza se convertía en una cuestión de salud pública. Los agotes eran falsos enfermos, eso que hoy llamaríamos “un grupo de riesgo”, una condición equívoca impuesta por la ciencia como un pesado fardo que debieron soportar de padres a hijos poblaciones completas.

La marginación de los agotes llega prácticamente hasta el día de hoy, pero no se acaba ahí porque las nuevas “ciencias” han creado nuevos “grupos de riesgo”, algunos de los cuales -SIDA- son conocidos y otros -anemia falciforme- no tanto. A partir de los años setenta la anemia falciforme, una deformación de la hemoglobina, convirtió en sospechosos a los afroamericanos en los que se concentra, creando en Estados Unidos en su contra un sistema de controles y precauciones irracional y falto de fundamento. Esta enfermedad está considerada como génica y no tiene cura. No es contagiosa, de modo que su detección masiva no sirve para mucho, salvo para eliminar el

derecho a la intimidad, engrosar historiales médicos y vendérselos a las aseguradoras. Sólo se manifiesta en aquellos cuyos dos alelos son coincidentes y, como suele suceder en estos casos, se confundió a los portadores con los auténticos enfermos. Las multinacionales de la salud sembraron la alarma a través de los medios de comunicación asegurando que se trataba de algo peligroso. A pesar de su inutilidad, se lanzó una campaña de detección, imponiendo pruebas a las embarazadas y a los escolares negros. Era un absurdo. En aquellos años no existía manera de detectar la enfermedad en los fetos. Ademas, el aborto era ilegal. Se trataba de un negocio para la sanidad privada y las multinacionales famacéuticas, uno de los primeros fraudes científicos, de los que luego hemos conocido varios. Comenzaron las discriminaciones. Las aseguradoras se negaron a contratar si su posible cliente era portador del alelo; se les negó el trabajo en compañías aéreas e incluso el ingreso en el ejército del aire porque decían que su sangre reaccionaría mal a las bajas presiones que se experimentan al volar a gran altitud. En 1972 la revista *Ebony*, dirigida a lectores afroamericanos, publicó un anuncio para recaudar fondos para la investigación contra esta enfermedad. En el mismo se caracterizaba erróneamente a los portadores como personas débiles. El anuncio estaba financiado por *American Express* y aseguraba que quienes no morían quedaban debilitados. Los portadores también eran enfermos: debían evitar las actividades fatigosas y acudir con regularidad al médico. Incluso el mismo Linus Pauling, un prototipo encomiable tanto de científico como de persona, realizó unas desafortunadas declaraciones, sugiriendo que se "marcara" a los portadores para que no se casaran entre sí o, al menos, que no tuvieran hijos. Se dieron casos de matrimonios que tenían hijos enfermos, mientras que uno sólo de los cónyuges era portador, lo cual destrozó parejas por sospechas de infedelidad conyugal... La dominación social siempre necesita agotes a los que ponerles un distintivo ostentoso que los separe de los demás, bajo absurdos protocolos que, además, son preventivos y se justifican por el propio interés "médico" del afectado; por si acaso...

Una de las maneras de clasificar a las personas consiste en otorgarles una nacionalidad, cuyo fundamento, en los países del norte de Europa, es el *ius sanguinis*, el derecho de sangre, es decir, que son alemanes, por ejemplo, los descendientes de padres alemanes, cualquiera que sea su lugar de nacimiento, cualquiera que sea el lugar donde residan, y aunque ignoren el idioma o la cultura de su país de origen. Según el pangermanismo, las fronteras del Estado deben extenderse hasta el lugar en donde se encuentren esos alemanes. Luego, siguiendo las leyes de Mendel, los posteriores cruces, convenientemente seleccionados, se encargarían de eliminar las impurezas de sangre adheridas a lo largo de la historia procedentes de razas inferiores. Cuando en 1900 se descubrieron los grupos sanguíneos, los eugenistas comenzaron a interesarse por ellos para aparentar un respaldo científico a sus absurdos postulados. En 1928 se formó en Alemania la *Gessellschaft für Blutgruppenforschung* (Asociación para la Investigación de los Grupos Sanguíneos) que editaba la revista *Zeitschrift für Rassen*.

La sangre ocupó antiguamente el papel que hoy ocupan los genes. Antes que los genes se concibió la sangre como ese fluido misterioso omnipresente que todo lo condicionaba. En Japón la obsesión por el grupo sanguíneo está muy extendida, mucho más que el signo astrológico en occidente. Fomentada por los medios de comunicacion, esta subcultura se ha convertido allá en un estilo de vida que nadie cuestiona, de manera que algunas guarderías educan a los niños de manera distinta en función de su grupo sanguíneo. Según la Biblia, el alma y, por tanto, la vida, está en la sangre, que es sagrada: "No comeréis la sangre de ninguna carne, porque la vida de toda carne es su sangre" (Levítico 17:13). Los Testigos de Jehová no permiten transfusiones porque las leyes sobre la sangre son una manera de preservar el sentido sagrado de la vida. El cuerpo le pertenece al hombre pero la sangre (el alma) le pertenece sólo a dios y por eso en los sacrificios rituales, como en las guerras, hay derramamiento de sangre, los homicidios se llaman delitos de sangre y un caballo de buena raza es un "pura-sangre". La aristocracia tiene la sangre de color azul; ser de buena familia es ser de "buena cuna", es decir, algo que no surge en la vida, que no se cultiva, sino que se lleva dentro desde siempre y no se debe mezclar. Como la solera para el buen vino, lo aristocrático es lo rancio, cuanto más antiguo mejor, como si sobre el presente influyeran las generaciones pretéritas, como si

así tuviera todo más arraigo.

Pero con el capitalismo los homozigotos se conviertien en una cuestión de política económica, dejando atrás los rancios prejuicios nobiliarios. Es lo mismo con otras palabras, cuestión de presupuestos públicos. Cuando los eugenistas aluden hoy a los enfermos, los presidiarios o los locos hay una consideración que prevalece sobre cualquier otra: son una carga para la sociedad. Ellos hablan en nombre de toda la sociedad -no sabemos con qué representación- pero en contra de una parte de esa misma sociedad bajo los fríos cálculos del coste y el beneficio. Ese aspecto cuantitativo autoriza la magia de (con)fundir a enfermos, presos y locos bajo la misma rúbrica, porque no son más que números. El Premio Nóbel de Medicina Alexis Carrel preguntaba por qué se aísla en hospitales a los infecciosos y no a los que propagan enfermedades intelectuales y morales. Además, "se requieren sumas gigantescas para mantener las cárceles y los manicomios", por lo que lo más barato es abolir las cárceles: "Castigando a los delincuentes con un látigo o con algún procedimiento más científico, seguido de una corta estancia en el hospital, bastaría probablemente para asegurar el orden". Para los casos de crímenes graves "debería disponerse, humana y económicamente" de la eutanasia mediante gases. Hay que dejarse de sentimentalismos, concluye Carrel, porque las cámaras de gas son el único modo de edificar una sociedad verdaderamente civilizada (550).

Esta epidemia ideológica no ha remitido. Actualmente los libros de bolsillo siguen difundiendo argumentaciones tan frías y repugnantes como las de Carrel en 1936. Las deformaciones que se publican acerca de las enfermedades hereditarias (confundidas con las genéticas, las congénitas y las innatas) conducen a políticas eugenésicas. Hoy seguimos leyendo argumentaciones como la siguiente: antiguamente la parte de la población que padecía enfermedades hereditarias, como la diabetes, moría joven y no tenía descendencia. Pero ahora ya es posible curarlas, al menos en parte, por lo cual ya no se mueren como antes y transmiten sus genes defectuosos a su descendencia. La sanidad generalizada no permite que opere la selección natural, es decir, que se mueran los menos aptos, por lo que en los siglos futuros aumentarán las enfermedades genéticas. Además las radiaciones, las drogas, la proliferación de productos químicos, los pesticidas, la contaminación, el napalm de Vietnam y las explosiones atómicas aceleran las mutaciones génicas y en el futuro crearán perturbaciones en la salud que se transmitirán de generación en generación provocando graves crisis médicas "para socorrer a una sociedad tiranizada por la enfermedad y ayudar a millones de tullidos durante toda su vida" (551).

No hay nada más opuesto a la libertad que el miedo; atenaza a las sociedades y, por lo tanto, siempre ha sido un mecanismo de dominación política. El origen del miedo es la ignorancia. Sólo tenemos miedo de lo que desconocemos, por lo que el mejor antídoto en su contra sigue siendo la divulgación del saber, del conocimiento, de lo que los antiguos llamaban "las luces".

Presentados como si de una ciencia se tratara, el neodarwinismo y la teoría sintética llegan a los medios de comunicación como burda subcultura, una infraliteratura vulgar que alberga y explota los peores instintos que ha conocido la humanidad. Alteran los detalles de la exposición para que no logremos relacionar ese subgénero con el doctor Mengele y sus experimentos genéticos con gemelos en los campos de concentración. Los ataques contra Lysenko en la posguerra lograron desviar la atención sobre estas teorías seudocientíficas de los imperialistas no sólo en la Alemania nazi sino en Gran Bretaña, Estados Unidos, Suecia y otros países capitalistas. Sólo la URSS se había librado de aquella repugnante plaga "científica".

La revolución verde contra la revolución roja

El 12 de setiembre de 2009 falleció Borlaug, un acontecimiento ampliamente difundido en todo el mundo por los medios de comunicación en unos términos repetidos unánimemente hasta la saciedad: padre de la revolución verde, padre de la agricultura moderna, el hombre que salvó del hambre a millones de seres humanos en el Tercer Mundo... En la avasalladora información biográfica acerca del agrónomo sólo faltaba un detalle: qué tarea había desempeñado hasta 1943 en

un laborario militar secreto. Por lo demás, su vida parecía haber sido el contraste absoluto con la de Lysenko, el responsable de millones de muertos a causa de unas cosechas desastrosas en la URSS. El bien y el mal cara a cara. Creo que en medio de las cortinas de humo tejidas en torno a los dos agrónomos de la guerra fría, quienes desconfíen de las explicaciones maniqueas desearán saber si los éxitos de Borlaug y los fracasos de Lysenko fueron tan grandes, e incluso si existieron siquiera como tales, es decir, para quiénes fueron un éxito y para quiénes un fracaso.

Para comprender la revolución verde hay que situarse en México justo en el momento en el que estalla una revolución de verdad, la revolución democrática y agraria de 1910, que impulsó cambios en el campo en una dirección muy peligrosa, manteniéndose incluso durante el sexenio de Lázaro Cárdenas (1934-1940), quien promovió la transformación de las grandes haciendas capitalistas en cooperativas de campesinos. La sacudida revolucionaria formó en el país centroamericano una corriente en agronomía, denominada “zapatista”, capitaneada por el ingeniero Edmundo Taboada Ramírez. Entre 1932 y 1933 Taboada estudió genética aplicada al mejoramiento del maíz, trigo y frijoles. Fue profesor en la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, en donde impartió la asignatura de genética, escribiendo en 1936 unos apuntes que se convirtieron en el primer manual mexicano íntegramente dedicado a esta disciplina. Taboada creó en 1940 la Oficina de Campos Experimentales, primera de su clase dedicada a la experimentación agrícola, que luego se llamó Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

Aquellos experimentos de reforma agraria en la frontera sur de Estados Unidos eran inaceptables. En la otra orilla de Río Grande el ministro de Agricultura en el gobierno de Roosvelt era Henry Wallace, quien ocupaba el cargo porque, al mismo tiempo, era propietario de una de las empresas comercializadoras de semillas más importantes del mundo, *Pioneer Hi-Bred Seed*, hoy fusionada con DuPont, la multinacional de los transgénicos. En compañía de Nelson Rockefeller y del embajador estadounidense en México, Daniels, Wallace puso en marcha una misión científica para imponer las nuevas técnicas agrícolas capitalistas y contrarrestar así los experimentos zapatistas de reforma agraria. Para implementarlas, en 1943 se creó en San Jacinto una Oficina de Estudios Especiales dentro del Ministerio de Agricultura mexicano que enlazaba a la Fundación Rockefeller con el gobierno local bajo la dirección de J.George Harrar, un botánico (552) a la sombra de Warren Weaver que llegó a ser presidente de la Fundación Rockefeller. Fueron numerosos los agrónomos estadounidenses que se instalaron entonces en México, divididos por especialidades, pero concentrados en el cultivo de maíz, frijoles y trigo, encargándose Borlaug de esta última área.

El objetivo de Rockefeller y Borlaug era impulsar la penetración del capitalismo en el campo, crear una agricultura dependiente de los grandes monopolios internacionales que controlan las semillas, los fertilizantes y los pesticidas, fomentar el monocultivo intensivo e introducir maquinaria para realizar las faenas agrícolas que antes se realizaban manualmente (553). La productividad aumentó en algunas regiones, sobre todo en Estados Unidos, Europa y en los países abastecedores de trigo para el mercado mundial, como Argentina y otros. Pero los daños colaterales de la nueva política agraria fueron mucho más considerables, tanto de tipo social como ambiental: emigración de los campesinos a la ciudad, endeudamiento de los que permanecieron, concentración de la propiedad de la tierra, desastre ecológico de los agrotóxicos, derroche de agua... y el hambre. El balance que presenta la mexicana Ana Barahona sobre la revolución verde en su país es el siguiente:

> La política agraria no tuvo en el cultivo del maíz una buena acogida, sino que provocó la polarización de los diferentes sectores de la comunidad agraria. No estaba orientada al conjunto de los agricultores sino a los grandes productores, con recursos para comprar maquinaria y bienes (554).

La política agraria monopolista de la posguerra se fundamentaba en el malthusianismo, articulada en torno a una falsedad que, sin embargo, la propaganda seudocientífica ha logrado inculcar como si fuera propio del sentido común: el hambre es consecuencia de la falta de alimentos, el mundo se ha quedado sin tierras adicionales para cosechar, la población mundial se dispara y la única manera de aumentar la producción de alimentos es aumentar la productividad de cada porción de tierra

cultivable por medio de la innovación tecnológica. Éste es el núcleo de la demagogia malthusiana. Ahora bien, la tesis central de que el hambre es consecuencia de la escasez de alimentos es falsa por varios motivos:

a) agricultura no es sinónimo de alimentación; una buena parte de loscultivos son industriales (algodón, café o té) o biocombustibles
b) el campesino ha sido despojado de sus tierras, ya no se nutre de lo que él mismo produce y debe adquirir su sustento en un mercado
c) el campesino vive de un salario, de manera que si no come no es por falta de alimentos sino por falta de dinero para comprarlos
d) la producción agraria está destinada al comercio y a la exportación, para las despensas de los que puedan pagarla

El reciente ejemplo de los biocombustibles ilustra la situación de la agricultura que entonces empezaba a gestarse. Nunca en la historia como en 2007 Estados Unidos había sembrado tanta superficie de maíz, alcanzando la mayor producción de su historia. Pero la cuarta parte de la cosecha no se destinó a la alimentación sino a la producción de etanol, subiendo su precio un 110 por ciento en un año y medio. Si el precio del maíz sube, se incrementan también el del pollo, el huevo, las bebidas de fructuosa y otros alimentos que una parte importante de la población mundial no puede pagar. Como consecuencia, una producción creciente de maíz está provocando un incremento del hambre en el mundo porque el precio de los alimentos se ha disparado: 75 por ciento desde su nivel mínimo de 2000 y 20 por ciento sólo en 2007. En el hambre nada tienen que ver la biología ni la producción alimentaria sino el mercado, es decir, el capitalismo.

Parece obvio concluir, pues, que Estados Unidos no invirtió billones de dólares en la agricultura del Tercer Mundo con el fin de prevenir hambrunas. Había otra amenaza real: el descontento social creciente entre el campesinado, con el riesgo de otra revolución como la que habían llevado a cabo los comunistas en China. La revolución verde se diseñó para prevenir la revolución socialista. Como escribió Paul Hoffman, presidente de la Fundación Ford, en una carta al embajador de Estados Unidos en India, si "nos hemos embarcado en dicho programa a un costo de no más de 200 millones al año, el resultado final será una China totalmente inmunizada contra la atracción de los comunistas. La India, en mi opinión, es hoy lo que China fue en 1945" (555). Los campesinos de todo el mundo exigían el reparto de la tierra y la reforma agraria. Además, la introducción de las nuevas políticas agrarias estuvo acompañada por una fuerte presión ideológica y por amenazas apenas veladas de futuras hambrunas que había que prevenir urgentemente. Los agrónomos se pusieron al servicio de las multinacionales para servir el consabido catálogo de inminentes catástrofes políticas, favorecidas por calamidades agrícolas (sequías, plagas, etc.). La predicción de hambrunas generalizadas ganó espacio dentro del subgénero seudocientífico apocalíptico (556), sobre todo después del informe de la Fundación Ford de 1959, que manipuló las tendencias demográficas y la producción de alimentos en India para pronosticar una hambruna en 1967, de la que lograron salvar. En aquella época las hambrunas desempeñaban el mismo papel propagandístico que hoy ocupan las temibles pandemias que pueden asolar al mundo: a unas previsiones falsificadas le siguen unos efectos inexistentes que se justifican gracias a la acción preventiva, la caridad internacional o unas vacunas milagrosas. Una farsa se camufla siempre con otra posterior.

La revolución verde llevó el dominio monopolista al campo, que en muy pocos años pasó del autoconsumo (o de unos mercados de alcance local) al mercado mundial, poniendo la alimentación del mundo entero en manos de media docena de multinacionales, aquellas que controlan los pesticidas, los fertilizantes y las semillas. Provocó profundas distorsiones sociales. Entre 1950 y 1980 México pasó de ser un país no sólo autosuficiente, sino exportador de granos básicos (maíz y frijoles) a convertirse en un país importador creciente de esos granos. Antes de la llegada de Rockefeller y Borlaug, el trigo no era un cultivo importante en la India, ni tampoco un componente básico de la dieta autóctona; después el país asiático se convirtió en uno de los principales productores de trigo del mundo.

Los relatos acerca de las maravillas de la revolución verde no recuerdan la catástrofe de Bhopal, en India, uno de los más espeluznantes dramas padecidos por una fuga tóxica en una de aquellas plantas de pesticidas instaladas para incrementar las exportaciones químicas de las multinacionales estadounidenses. Sucedió en 1984 y el saldo fue de más de 10.000 muertos y medio millón de personas afectadas por gravísimas enfermedades, que aún no han remitido. La fábrica era propiedad de Union Carbide (desde 2001 fusionada con Dow Chemical), un monopolio que saltó de la electricidad a la agroquímica al calor de los fabulosos beneficios generados por la revolución verde. Para solventar los desastres sanitarios y ecológicos del DDT, en 1957 Union Carbide crea un sustitutivo, el SEVIN, en cuya fabricación intervenían sustancias altamente tóxicas, como la monometilamina (metilamina anhidra), e incluso potencialmente letales como el gas fosgeno. La reacción de estos gases entre sí forman el MIC (isocianato de metilo), que es la base de la producción de SEVIN y uno de los compuestos más inestables y peligrosos de la industria química. En Francia o Alemania estaba totalmente prohibido el almacenamiento de MIC, salvo en pequeñas cantidades, pero Union Carbide llegó a construir 14 plantas gigantescas en India que no fueron clausuradas a pesar de los numerosos accidentes que se fueron produciendo casi desde su inauguración. Fue una catástrofe suficientemente anunciada con anterioridad y debidamente silenciada después porque de otra forma no se podrían haber aireado las excelencias de la revolución verde (557).

Las mismas multinacionales agroalimentarias que se enriquecieron con aquella revolución son las que con idéntica excusa de acabar con el hambre en el mundo, encabezan hoy la producción de semillas transgénicas. En los últimos años de su vida Borlaug rindió sus últimos servicios a estas multinacionales realizando una gira mundial para defender el uso de los transgénicos, la segunda revolución verde que -como la primera- llegaba para acabar con el hambre en el mundo, un drama con el que se ha acabado tantas veces que cuesta comprender los motivos por los que siempre reaparece. Hoy se empieza a reconocer abierta y públicamente que sigue habiendo un gravísimo problema de hambre en el mundo. Ahora bien, la infraliteratura malthusiana se preocupa de añadir también que ese problema ha tenido una causa que no es política, social y económica, sino técnica: hasta ahora no podíamos manipular los genomas. El hambre ha sido fruto de nuestra ignorancia y, en consecuencia, sus soluciones son técnicas y no políticas. Se puede erradicar el hambre sin cambiar de sistema socio-político, sin acabar con el capitalismo. El hambre, causada por modos de producción basados en la explotación del hombre por el hombre (558), se ha convertido en la gran coartada para seguir llenando los bolsillos de los capitalistas, es decir, de quienes han creado el problema. La biología sigue jugando al escondite con la política y disfrazando con propuestas humanitarias (y “científicas”) lo que no son más que sucios pero lucrativos negocios.

Si el demonio es el contrapunto de dios, Lysenko es el de Borlaug. La buena prensa de éste choca con la abominable del otro. La campaña propagandística reincide en los repetidos fracasos de los experimentos lysenkistas, que no se ciñen al aspecto científico sino que se trasladan al económico. Lysenko sería así el responsable último de unas supuestas malas cosechas, que a su vez causaron otras supuestas hambrunas, que a su vez causaron millones de muertos. Este es uno de los aspectos preferidos de la campaña de linchamiento en la que los demagogos del antilysenkismo no escatiman frases, por lo demás tan grandielocuentes como demagógicas. El hechicero Watson considera que Lysenko es “responsable del hambre de millones de personas [...] Probablemente no sabremos nunca el número real de vidas sacrificadas en el altar de la carrera de Lysenko. Baste decir que a la muerte de Stalin en 1953, los analistas más objetivos calcularon que la disponibilidad de carne y verduras no era mayor que en los días feudales más oscuros del zar Nicolás II” (559). Por su parte, Valpuesta, un burócrata del Consejo Superior de Investigaciones Científicas español que tampoco se molesta en consultar ninguna fuente para escribir contra los lysenkistas, confirma que estos “llevaron a la hambruna y la muerte a varios millones de rusos y ucranianos, y por extensión a otros millones de chinos, pues Mao Tse-tung decidió poner en práctica en China las ideas de Lysenko, con las mismas desastrosas consecuencias” (560). Tratándose de la URSS (y de China) para los demagogos todo vale y siempre se mide por millones porque cualquier otra cifra no es noticiable.

Es enormemente interesante analizar esta imputación porque originalmente no aparece para nada en 1948 y años subsiguientes. La lectura de las primeras críticas al lysenkismo, como las de Ashby o Huxley, no realizan ninguna mención a los fracasos agrícolas, lo cual es doblemente sorprendente porque ellos estaban allí, visitaron las cooperativas agrarias y no realizan ninguna observación al respecto. El vacío atraviesa la época de Stalin, la peor considerada en los medios capitalistas, e incluso va más allá de los tiempos de Jrushov. Lo que resulta aún más sorprendente todavía es que se trata de un argumento que, como veremos, nace en 1964 de una forma modesta en la propia Unión Soviética dentro de las pugnas internas que condujeron a la destitución de Jrushov. Por si no hubieran aparecido suficientes argumentos contra Lysenko fuera de sus fronteras, a partir de 1965 los reformistas soviéticos aportaron uno más, otra falsedad a añadir al cúmulo de las que habían ido surgiendo. Sólo hubo que dramatizarlo y exagerar hasta el ridículo para ligarlo a un acontecimiento pretérito, la colectivización agraria, que había ocurrido 35 años antes. Así quedaba unido estrechamente a Stalin.

En la URSS el decreto de 1917 que nacionalizaba la tierra, la colectivización, los koljoses y la política agraria soviética acabaron con el secular problema del hambre en menos de diez años de revolución socialista. El país padeció una gran hambruna en 1921, a causa, fundamentalmente, de la guerra civil promocionada desde el exterior y del acaparamiento de los latifundistas (561). Diez años después de la revolución, en 1927, los problemas se habían solucionado en lo fundamental; se acabaron el paro y las cartillas de racionamiento. Esos éxitos contrastan poderosamente con la pavorosa situación en los países capitalistas más importantes, donde la población padecía la miseria más espantosa. Por tanto, lo que pretendió la campaña de intoxicación propagandística fue trasladar a la URSS un problema como el hambre cuando por aquellas mismas fechas, en 1929, el capitalismo entraba en una de sus peores crisis económicas jamás conocidas. En Estados Unidos el índice de paro superó el 25 por ciento y el del subempleo el 50 por ciento, afectando a 53 millones de obreros. La hambruna que sufrió aquel país en la década de los treinta ha sido convenientemente archivada en el olvido: más de ocho millones de personas fallecieron de hambre como consecuencia de la gran depresión capitalista y más de cinco millones de campesinos (uno de cada seis) fueron arrojados de sus tierras al no poder hacer frente al pago de las hipotecas bancarias. Mientras la mayoría de la población estadounidense sufría hambre, existían en el país reservas de millones de toneladas de comida que no se vendían para no hundir los precios. Esta hambruna real se ha tapado con el invento de una ficticia en la URSS a causa de la colectivización.

Si pasamos a la situación económica de la posguerra, sólo encontramos menciones a Lysenko en el manual de Alec Nove (562) que repite la letanía de memoria. Nove salta de la economía a la biología para asegurar que Lysenko era un charlatán pseudocientífico que triunfó “con ayuda de la máquina del Partido” imponiendo sus ideas en las granjas “al tiempo que se prescindía de los auténticos expertos en Genética”, una ciencia que fue “destruida”. Los bolcheviques pusieron a “pequeños Stalin” como éste al frente de cada rama de las ciencias y de las artes, afirma Nove, los cuales torpedearon los contactos con la ciencia mundial. Sin embargo, Nove no refiere ninguna muerte, ni habla tampoco de hambre; únicamente alude a la escasez de reservas alimentarias, lo cual hizo que se retrasara el racionamiento existente durante la guerra mundial. Tampoco Harry Schwartz refiere hambre ni muertes (563). Quizá sea porque ni Nove ni Schwartz forman parte de “los analistas más objetivos” a los que aludía el hechicero Watson. Durante la guerra los nazis siguieron en la URSS una política de tierra quemada: “Las viviendas y las fábricas fueron destruidas, el ganado sacrificado y tanta gente fue muerta que la población de 1939 no se alcanzó de nuevo hasta 15 años después” (564). Destruyeron 65.000 kilómetros de vías férreas y 25 millones de personas se quedaron sin vivienda. La agricultura de las zonas ocupadas fue devastada; unos siete millones de caballos murieron o fueron saqueados por los nazis, así como 17 millones de cabezas de ganado bovino. En 1946 hubo una terrible sequía, según Cafagna, la peor en medio siglo. Como consecuencia de todo ello, este historiador también habla de precariedad pero no de hambre ni muertes a causa de ello (565). A pesar de las destrucciones de los campos y de los tractores causadas por la guerra y de la reducción en un tercio del número de trabajadores

koljosianos, las cosechas recuperaron casi inmediatamente el nivel de 1940. Se enviaron a las cooperativas más de 120.000 agrónomos y técnicos y se empezaron a roturar más de 17 millones de hectáreas de tierras vírgenes. Las horas de trabajo, reconoce Maddison, se redujeron un 15 por ciento. En 1958 se logró obtener la cosecha máxima de la historia, e incluso pudieron exportar trigo al extranjero.

Esta situación también contrasta con la de los países capitalistas, en donde aún en 1948 la población pasaba hambre en países como Holanda, por ejemplo, donde fallecieron 30.000 personas por dicha causa. Por ese motivo, para calmar el descontento, llegó el Plan Marshall desde Estados Unidos. A diferencia de la URSS, Europa occidental no se recuperó por sí misma de la devastación bélica. El éxito de la agricultura soviética en la posguerra no necesitó de la incorporación de la química industrial. Por eso Harry Schwartz pone de manifiesto el "retraso" que experimentaba la URSS en la introducción de fertilizantes y pesticidas en la agricultura (566). A su vez ese "retraso" derivaba de que la Unión Soviética no estaba experimentando con armas químicas ni bacteriológicas, que fueron el venero de la evolución de la química en los países capitalistas en la primera mitad del siglo XX.

Desde el punto de vista científico, las concepciones de Lysenko tampoco constituyeron ningún fracaso. La agronomía, como muchas otras materias, entre ellas la medicina, tiene mucho que ver con el arte, desde luego bastante más que con las llamadas ciencias "exactas" (si es que existe alguna ciencia de esas características). El método de Lysenko era empírico, basado en la prueba y el error, idéntico al del resto de los experimentos biológicos. De ahí que medio siglo después de su informe hubo 280 intentos fracasados antes de lograr clonar a la primera oveja y más de mil antes de clonar al primer perro, intentos que comprometieron a un número mucho mayor de personal investigador y más medios técnicos. Lo mismo cabe decir de un procedimiento mucho más antiguo como la fecundación *in vitro*, en donde los resultados siguen siendo escasos. En los primeros 25 años transcurridos desde que en 1981 nació la primera niña por fecundación *in vitro*, han nacido más de un millón de niños mediante esta técnica, pero el porcentaje de niños nacidos por ciclo de tratamiento se cifra entre un 20 y un 30 por ciento, es decir, que son necesarios 24 embriones para conseguir un embarazo. No obstante, en una ciencia mediática como la biología, los errores no son nunca noticia, salvo aquellos que tengan su origen en la agricultura soviética.

Esa concepción de la ciencia avanzando linealmente con sus velas desplegadas también es fruto de una ideología burguesa basada en la competencia y el éxito. Los superhéroes están en la ciencia como en los tebeos y comics para niños. En genética Superman, Rambo, Batman, 007 y el Capitán América se travisten en Mendel, Morgan, Watson y Crick. Los fracasados nunca cuentan, como si el éter o el flogisto nunca hubieran sido concebidos por la física. Pero para que apareciera Copérnico antes debió existir Ptolomeo. Para que unos científicos avancen otros han debido errar y entrar en vías muertas. El experimento fallido es tan importante como el fructífero y nadie ha dejado de ser reputado como científico por el hecho de haber fracasado. La burguesía tiene una manera muy curiosa de presentar las noticias. Así, la clonación saltó a las primeras páginas de los periódicos del mundo el 27 de febrero de 1997, cuando hacía siete meses que existía la oveja Dolly. El retraso en dar a conocer la noticia estuvo motivado porque Dolly fue el único ejemplar clónico que había prosperado entre los cientos de intentos realizados con anterioridad. Antes de anunciarlo públicamente los científicos querían asegurarse de que no se iba a morir inmediatamente, como había ocurrido con los ejemplares anteriores. Lo que no es noticia son hechos como los siguientes: Dolly fue la primera oveja clónica y (casi) la única; no ha vuelto a crearse ninguna otra. Dolly fue una verdadera excepción porque la clonación animal (casi) no es operativa. A día de hoy, hay especies a las que no se ha conseguido clonar, y de cada cien intentos de clonación animal nace un porcentaje entre el cero y el cuatro por ciento; de ese cuatro por ciento que nace, la mayoría muere dentro de las primeras 24 horas (567). Dolly sólo sobrevivió cinco años y medio. Pero como los fracasos no son noticia, se ha convertido la excepción en norma, transmitiendo una imagen falsa del estado de la ciencia: la clonación no es un ejemplo del éxito sino del fracaso de la teoría sintética.

Si la información sesgada sólo tuviera consecuencias en el ámbito del conocimiento, no sería algo

tan serio. El problema es que trasciende a la práctica, con consecuencias nefastas. Una información incorrecta conduce a la toma de decisiones igualmente incorrectas. El 12 de octubre de 2010 la revista *The British Medical Journal* publicó un artículo de Beate Wieseler y un equipo del Instituto Alemán para la Calidad y la Eficiencia en el Cuidado de la Salud que denunciaba la no publicación de las pruebas adversas con fármacos. La parcialidad editorial induce al error a los médicos a la hora de prescribir un tratamiento y a las autoridades sanitarias a la hora de planificar políticas generales de salud pública.

La investigación alemana versaba sobre los beneficios y los perjuicios ocasionados por un medicamento fabricado por la multinacional farmacéutica Pfizer, la reboxetina, en comparación con el placebo u otros antidepresivos para adultos. Distribuída en más de 50 países del mundo bajo diversos nombres comerciales, la reboxetina se aprobó en 1997, excepto en Estados Unidos. El estudio analizó los resultados de 13 ensayos clínicos del fármaco, incluyendo ocho nunca publicados, aunque fueron realizados por la propia multinacional. Casi tres cuartas partes de los datos de los pacientes que se sometieron a ensayos médicos con reboxetina no se publicaron y la información divulgada sobrestimaba los beneficios del tratamiento y subestimaba sus perjuicios. El fármaco no es mejor que un placebo y sus beneficios son inferiores a otros remedios antidepresivos similares. La mayoría de pacientes mostraron más efectos secundarios con la reboxetina que con el placebo y a causa de ello dejaron de tomarlo.

Éste es un problema muy extendido entre los fármacos que se utilizan hoy en día. La transmisión de una información sesgada es consecuencia del patrocinio de las investigaciones por los grandes laboratorios, pero la responsabilidad no es exclusiva de las multinacionales, sino que alcanza también a las publicaciones especializadas, que acaban convertidas en meras transmisoras de las informaciones tendenciosas de los laboratorios. Por ello, tanto el equipo firmante de la investigación como la revista, exigían la promulgaciòn de una ley que obligara a la publicación de todos los ensayos clínicos realizados, incluídos los relativos a los fármacos que no se aprueben finalmente (568).

La ocultación es una gravísima tara de la ciencia moderna, cuyo ejemplo más llamativo es el de Pasteur. Los archivos privados de Pasteur permanecieron escondidos durante más de un siglo, hasta 1975. No obstante, se supo desde el comienzo que Pasteur había mentido sobre sus investigacionies: sus notas privadas no coinciden con los espectáculos publicaitarios que organizó con tanto alarde para orquestar una aureola falsa en torno a su figura con el apoyo del poder político, los empresarios privados y los medios de comunicación. En los años veinte Paul de Kruif ya lo expuso de una manera jocosa, como si el asunto no tuviera mayor trascendencia (569). La denuncia de las manipulaciones de Pasteur se inició por dos vías coincidentes. Por un lado, un exiguo núcleo de defensores de las tesis de Bechamp (Jules Tissot, Gunther Enderlein, Montague R. Leverson, Ethel Douglas Hume y R. B. Pearson) y, por el otro, quienes tuvieron acceso a los archivos de Claude Bernard (Jacques-Arsène d'Arsonval, Léon Delhoume y Philippe Decourt). No obstante, la corriente dominante impuso el ostracismo más absoluto, creando una leyanda que hizo de Pasteur la figura de la ciencia moderna por antonomasia, hasta que en 1995 Gerald L. Geison acabó su investigación sobre la documentación privada de Pasteur, con conclusiones que no dejan lugar a dudas (569b). Si Pasteur representa a la ciencia moderna, esta ciencia es una completa farsa, un ejemplo de lo que no es y no debe ser, especialmente cuando se trata de la salud de las personas.

De una manera creciente hoy la ciencia no se atiene a los hechos exactamente, ni tampoco al conocimiento exactamente sino al conocimiento publicado, de tal modo que hay quien ha llegado a creer que se identifica con ese conocimiento en letras de molde, y lo que es peor: que todo lo que aparece en ese formato es ciencia. En 2006 se publicaba en castellano el libro del genetista Dean Hamer titulado "Los genes de dios", en el que sostiene que las conviciones religiosas están determinadas por los genes. Diez años antes la revista *Nature Genetics* ya había publicado un artículo del mismo autor titulado "La felicidad heredable". Se había gastado muchos millones, un laboratorio y un equipo de "investigadores" trabajando durante años para descubrir el gen de la felicidad. El año anterior ya aseguró en el mismo medio haber descubierto el de la homosexualidad

(569c). Quizá el mensaje que nos quieren transmitir es que, pase lo que pase, siempre van a ser felices los mismos, es decir, que la felicidad también es hereditaria y que nunca lograremos nada con cambios ambientales (sociales, familiares, políticos, económicos) sino que necesitamos terapia génica...

Los hechos que no se publican no existen. Una parte de la realidad está permanentemente fuera del foco del interés y la atención de los investigadores. Pero la ciencia que sólo tiene en cuenta una parte de los hechos, no es digna de tal nombre.

El milagro de los almendros que producen melocotones

Pero quizá el mejor ejemplo del alcance de los procedimientos lysenkistas sea la defensa que emprende del método del mentor (o del patrón) de Michurin, al que da un contenido práctico y teórico a la vez. En las plantas la hibridación se utiliza normalmente en los árboles frutales, en los que se diferencia entre una base compuesta por el tronco y las raíces, el mentor o patrón, y una parte aérea, la púa, que se aloja en la anterior. El método de Michurin es un procedimiento asexual de obtención de híbridos vegetales, un injerto de una variedad joven en una vieja que permite a ésta adquirir algunas propiedades de la vieja sin necesidad de intercambiar cromosomas (570). Se puede definir como un intercambio de las propiedades morfológicas, fisiológicas y genómicas entre dos especies diferentes por medios no sexuales. Según Michurin y Lysenko no sólo se pueden obtener híbridos por vía sexual, con el cruce de los cromosomas paternos y maternos, sino también por el método del mentor, que Lysenko vincula a las condiciones ambientales, especialmente a la nutrición. Pero, además de un carácter práctico, Lysenko le da un carácter teórico y demostrativo de gran importancia. Apoyándose en él critica la teoría cromosómica porque Michurin había demostrado la posibilidad de crear híbridos por vía no sexual: “Según la teoría cromosómica de la herencia, los híbridos únicamente pueden ser obtenidos por vía sexual. La teoría cromosómica niega la posibilidad de obtener híbridos por vía vegetativa, pues niega que las condiciones de vida ejerzan una influencia específica sobre la naturaleza de las plantas. Michurin por el contrario no sólo reconoció la posibilidad de obtener híbridos por vía vegetativa, sino que elaboró el método del mentor”. Las nuevas características del híbrido son diferentes de las dos variedades de origen y se transmiten a la descendencia de tal manera que “cualquier carácter puede transmitirse de una raza a otra tanto mediante injerto como por vía sexual”, concluía Lysenko, quien gráficamente afirma que mientras la hibridación sexual reinicia la vida, la vegetativa la continúa (571).

En suma, la hibridación vegetativa es un transplante entre vegetales; la evolución de ambos asuntos debe estudiarse en paralelo y en sus conexiones con los primeros experimentos de transfusiones sanguíneas que, a su vez, es una materia estrechamente relacionada con la inmunología. El interés médico por las transfusiones sanguíneas tuvo su origen en Francia, con el objetivo de mantener “vivos” determinados órganos de animales separados del resto del cuerpo. Pero fue el médico soviético Serguei Briujonenko quien, desde 1923, empezó a interesarse por las transfusiones sanguíneas realizando un experimento único en el mundo. Diseñó un aparato para la circulación artificial de la sangre de animales de sangre caliente. El aparato consistía en un sistema de válvulas y diafragmas que inyectaban la sangre a través de los pulmones diseccionados de un animal a otro, que era el sujeto de la prueba.

Siguiendo esta estela, que abría el paso a los transplantes de órganos, en 1952 otro científico soviético, Vladimir P.Demijov (1915-1998), logró transplantar un corazón a un perro, adelantándose varios años a los primeros transplantes en otros países. Fue uno de los mayores éxitos de la medicina del pasado siglo. No obstante, como consecuencia de la guerra fría y el bloqueo, el descubrimiento de Demijov no trascendió fuera del bloque de países socialistas hasta 1962, cuando se publicó en Nueva York su monografía titulada *Experimental transplantation of vital organs*, que se convirtió rápidamente en el manual de los trasplantes torácicos y de los inicios de la asistencia circulatoria en todo el mundo. Naturalmente, las transfusiones sanguíneas y los transplantes de órganos se mantienen en el más absoluto silencio, como si las hubridaciones vegetativas fueran una

materia propia exclusivamente de la botánica.

Las raíces de la hibridación vegetativa son aún mucho más antiguas. Ni empiezan ni acaban con Michurin y Lysenko. Es una práctica agrícola tradicional sistemáticamente ignorada. En 1901 en su demoledora crítica de Weismann, el botánco francés Costantin puso los "híbridos de injerto" como uno de los ejemplos de herencia de los caracteres adquiridos:

> El níspero de Bronvaux estudiado por Le Monnier se compone de un barril de 1,60 metros de alto que representa el tronco primitivo de un *Crataegus* y una cresta constituida por las ramas vigorosas del níspero producidas por el antiguo injerto en la cabeza. De la región agrietada del grano, que es el punto de conexión de los dos árboles, parten un cierto número de ramas con una mezcla singular de caracteres de las dos plantas. Estas ramas son, en efecto, espinosas, como en el *Crataegus* y aterciopeladas como en el *Mespilus*; las hojas son lobuladas como en el espino, pero más grandes, y al mismo tiempo, velludas como en el níspero, pero más pequeñas que las hojas normales de esta planta; las infloraciones son corimbiformes y pueden tener hasta 13 flores que serían pocas para un *Crataegus* y muchas para un *Mespilus*; en fin, los frutos son intermedios entre las dos especies citadas (572).

Al silencio los críticos de la botánica soviética le suman las más groseras tergiversaciones, vertiendo sus ocurrencias, por disparatadas que sean en defensa de sus postulados mendelistas. Por ejemplo, Ayala pone en boca de Lysenko la afirmación de que "en las condiciones apropiadas las plantas de trigo producen semillas de centeno" (572b). Pero este biólogo, asesor científico de Clinton durante su época en la presidencia de Estadols Unidos, ni siquiera alcanza la condición de mentiroso; simplemente ignora lo que Lysenko dijo porque no ha leído sus escritos, no lo necesita para disertar acerca de ello y se lo inventa porque sus lectores no le importan lo más mínimo. Los mendelistas como Ayala afirman que la hibridación vegetativa no existe ya que no se obtienen auténticos ejemplares mixtos sino quimeras, es decir, plantas con dos tipos de celulas genéticamente distintas, yuxtapuestas, y no de mezclas de ambas. Un manual realiza la siguiente exposición al respecto:

> Una curiosidad muy especial son los híbridos de injerto. Se obtienen cortando el brote injertado en el punto de inserción, de éste con el patrón después de que ambos se han unido. En este punto se forman nuevos tallos por regeneración, los cuales, tienen, en parte, células del patrón.
>
> Dado que las regeneraciones se llevan a cabo de forma meramente mitótica, los tipos de tejido generados por el patrón y el injerto conservan su identidad genética. Son posibles alteraciones modificadoras únicamente por influencia mutua de sustancias. Por ello se prefiere para esto el concepto de 'quimeras', pues no se trata de verdaderos híbridos (573).

Otra edición reciente de un conocido tratado lo explica de la siguiente manera: "Después de la soldadura, cada componente conserva sin alteración su patrimonio hereditario. Mediante intercambio de materia entre patrón e injerto, algunas veces es posible una cierta influencia, con carácter de modificación, sobre ciertas propiedades de ambos participantes [...] Tales híbridos de injerto pueden producir externamente la impresión de un verdadero híbrido de origen sexual pero en realidad no pueden equipararse a los híbridos, pues incluso en estas soldaduras tan íntimas, cada célula y cada estrato celular conserva su carácter hereditario específico, aun cuando en la configuración externa se manifiesten claramente ciertas influencias recíprocas entre los estratos de tejidos de especies diferentes" (574). Finalmente estas concepciones se transmiten a los diccionarios, en donde la teoría se convierte en dogma: "No se trata de transferencia de caracteres de unas células a otras, sino de formaciones celulares mixtas en que cada célula conserva las características íntegras de su origen [...] Sólo en algún caso raro ha sido posible obtener quimeras en

que la mezcla llega a lo íntimo de las células” (575). La paradoja no puede ser más evidente: no existen híbridos vegetativos pero cuando existen -algún caso raro- no son tales híbridos sino quimeras...

Los mendelistas afirman que si se observa al microscopio la zona de empalme entre el mentor y la púa, se advierten los dos tipos de células, unas junto a las otras. Cada uno de esos tipos de células tiene una dotación génica diferente que, al dividirse, transmite una herencia separada. Según este criterio, volveríamos a las dualidades metafísicas de siempre que dan lugar a otras tantas definiciones y, por lo tanto, deslindes entre lo que es un híbrido y lo que es una quimera. No cabe duda, además, de que la observación al microscopio de las células en los puntos de unión del injerto al mentor es un buen criterio para el deslinde... tan bueno, por lo menos, como cualquier otro. El problema es que la interacción y comunicación entre células es otra de las cuestiones que ha venido padeciendo un tratamiento singular en los manuales de citología, como si se tratara de un fenómeno infrecuente e intrascendente en la naturaleza. La fecundación, la fusión de un óvulo y un espermatozoide, hubiera debido atraer una mayor atención hacia este fenómeno. Sin embargo, la división celular y la morfogénesis, la diversificación celular, han acaparado toda la atención y, como consecuencia del micromerismo, la célula se ha estudiado como un componente aislado del organismo, como si las células no interrelacionaran y se comunicaran entre ellas. La fusión celular se ha comprobado que es muy importante en el hígado, en el corazón, e incluso se han encontrado fusiones celulares en el cerebro. Las células de la médula ósea también se fusionan con células que tienen un cierto grado de lesión para evitar su muerte. Las células no son componentes estáticos de los organismos vivos sino laboratorios en permanente actividad que metabolizan la luz incidente, el aire o las sustancias procedentes de las raíces. También metabolizan las sustancias que otras células segregan. Por lo tanto, es preciso reconocer que, como mínimo, las células mantienen una comunicación fisiológica permanente entre ellas; unas metabolizan las secreciones de otras. En particular, en los injertos las células de las púas metabolizan las secreciones del patrón, que es el mecanismo vegetativo y nutritivo del conjunto. Otro ejemplo: mediante injerto se puede transferir la condición vernalizada de una púa a un patrón, como ya he expuesto.

Pero a los mendelistas no les interesa la interacción fisiológica entre las células; lo único que a ellos les interesa es el genoma y lo que se esfuerzan por sostener es la tesis de que el genoma de las células del patrón permanece diferente del de las púas a lo largo del tiempo, es decir, que las células derivadas del patrón siempre serán diferentes de las células derivadas de las púas, que unas y otras mantendrán eternamente su separación, que la mezcla génica sólo es posible por medios sexuales.

A pesar de lo que digan sus detractores, no es la metafísica lo que le preocupa Lysenko. Tampoco es eso lo que preocupa a los cultivadores que trabajan sobre el terreno. La metafísica preocupa a quienes, como los mendelistas, alardean de no interesarse por ella. La orientación de Michurin, Lysenko y los cultivadores que trabajan sobre el terreno no son las enciclopedias ni los diccionarios sino la práctica. Por ejemplo, por medio de injerto se pueden crear variedades nuevas, como la pavía o nectarina, un híbrido vegetativo de melocotón y ciruela (576). El vino francés es un injerto de una variedad autóctona de viña en patrones de origen californiano, caracterizados porque sus raíces son muy resistentes a la filoxera. Al viticultor le importa muy poco si en el punto de injerto permanecen indefinidamente células francesas y californianas sin mezclarse entre sí; lo relevante es el fruto, la uva, que la cosecha no se malogre y la calidad del vino sea elevada. Después de más de un siglo de este tipo de injertos, los viticultores saben que una cepa francesa plantada en California no proporciona una uva de la misma calidad, y que lo mismo sucede con una cepa californiana plantada en Francia. Sin estos injertos, la viticultura hubiera desaparecido de Europa a causa de los patógenos del suelo. Parece, por lo tanto, que sí se produce un fruto híbrido, algo diferente a las dos variedades de procedencia, por más que al microscopio en la planta los mendelistas sigan observando dos tipos de células diferentes a lo largo del tiempo. Pero los injertos no tienen sólo un siglo de historia sino probablemente cien, tantos como la agricultura misma (577).

Si los académicos bajaran de su pedestal y preguntaran a los horticultores se encontrarían con una paradoja: a muchos de éstos lo que les gustaría es que los mendelistas tuvieran razón y que en sus

hibridaciones el patrón no influyera sobre la producción del injerto. En numerosas ocasiones lo que pretenden los prácticos no es la hibridación sino precisamente que no haya ninguna clase de influencia mutua, que el patrón no tenga otra función que la vegetativa. Pero lo que sucede es todo lo contrario: el patrón no puede dejar de influir en el desarrollo de las características del injerto, reforzándolas o inhibiéndolas. Si se injertan las mismas púas en patrones de especies diferentes, se obtendrán resultados también diferentes. A la inversa, los campesinos japoneses han logrado cultivar hasta once tipos de fruta distintos en un mismo árbol. Por este método es posible obtener distintos tipos de ciruelas (amarillas, rojas, claudias) con el mismo tronco y las mismas raíces, injertando una rama con cada una de esas variedades. Uno de los árboles que más se utiliza como patrón es el almendro ya que sus raíces verticales perforan profundamente la tierra, por lo que el aprovechamiento de los nutrientes del suelo es mayor, resultando inmejorable para su empleo en suelos pobres. Con los injertos adecuados, del tronco de un almendro se pueden lograr tanto almendras como melocotones o ciruelas. El injerto se puede utilizar para producir más fruto, para hacerlo más dulce o más grande, más resistente a la sequía, a las temperaturas (altas o bajas) o a las enfermedades, para acortar el tiempo de espera de la primera producción, para lograr que la planta no crezca tan alta, para prolongar la duración de la vida útil del árbol, para cambiar el sexo de un árbol original... Hoy los aficionados a los bonsais practican injertos para criar árboles con las raíces dañadas, es decir, para reproducir aquellos ejemplares que son difíciles de cultivar por otros medios. Se pueden mejorar los frutales con injertos de otras variedades del mismo frutal y también se puede combinar -y se ha combinado en la práctica- el injerto con la hibridación sexual: en Puerto Rico la chironja, un híbrido de *Citrus sinensis* con *Citrus paradisi*, se suele injertar en diferentes patrones de cítricos. Las plantas de sandía injertadas en patrones de calabaza, además de ser resistentes al hongo *Fusarium*, resuelven el problema de la sandía blanda recién cortada (578). La prohibición de empleo de pesticidas hace que el control de patógenos se esté llevando a cabo actualmente con métodos biológicos, uno de los cuales es el injerto. En determinados casos los injertos son una alternativa al empleo de pesticidas y una poderosa técnica de control de las enfermedades del suelo. A causa de ello en muy poco tiempo en España el número de plantas injertadas ha pasado de unas 150.000 a más de un millón, y sigue creciendo imparable. En un artículo publicado en la revista “Horticultura” en abril de 2007, Pedro Hoyos refiere cifras mucho más elevadas, del orden de 110 millones en 2004 (579). Lysenko le ha ganado ampliamente la partida a Borlaug.

Lysenko reconoce abiertamente que de cualquier injerto no se obtiene siempre una hibridación, ofreciendo un porcentaje de logros en torno al 17 por ciento que, naturalmente, varía según la especie. No todas las plantas se pueden injertar y no siempre por medio de injerto se crean variedades nuevas. La interacciones posibles entre el patrón y el injerto dependen de la afinidad entre ambos o, en su caso, del grado de rechazo y, en particular, del vigor de cada uno de ellos. Una regla casi general es que las influencias recíprocas entre injerto y patrón son tanto mayores cuanto mayor es la afinidad entre ambos. En este punto las técnicas para lograr buenas hibridaciones son muy variadas. Por ejemplo, si no hay afinidad entre los dos componentes que se intentan acoplar, se realiza un injerto triple a través de un intermediario, es decir, introduciendo un tercer componente entre el patrón y el injerto. De esta manera se pueden injertar variedades de perales incompatibles con el patrón-membrillo: al porta-injerto de membrillo se le injerta primero una variedad compatible o afín y luego se lleva a cabo un segundo injerto que sea compatible. Por esta vía se han obtenido recientemente árboles enanos, con una parte aérea reducida pero con un fuerte enraizamiento en tierra.

Lysenko no participa en el debate metafísico sobre si hay hibridación o quimera; incluso admite, siguiendo a Darwin, que muchas veces sólo aparecen quimeras y que éstas se pueden diferenciar de las verdaderas hibridaciones. Cuando se injerta una variedad sobre un patrón, la cepa resultante suele tener las características de la cepa de la cual se saca la púa, es decir, que el injerto es el factor dominante sobre el patrón. Es fácil comprobar que en muchos casos se producen quimeras porque brotan retoños silvestres por debajo del punto de injerto y los de la púa por encima. Ahora bien, que no siempre aparezcan verdaderos híbridos no quiere decir que la hibridación resulte imposible

(580). Las precisiones aportadas por Lysenko se podrían multiplicar para el pleno ridiculo de sus detractores. Por ejemplo, Lysenko advierte también que aunque dos especies se puedan hibridar vegetativamente, eso no significa que se obtenga precisamente aquella variedad que se pretendía lograr. A veces se injerta para extraer lo mejor de una y otra variedad y lo que se obtiene es una mezcla de las peores características de ambas. Eso puede tener un interés teórico pero carece de relevancia práctica. En otras ocasiones lo que el cultivador pretende es que el injerto produzca más de lo mismo o produzca más rápidamente. Por ejemplo, en Japón el *Pinus parviflora* crece mucho más deprisa si se injerta en raíces de pinos negros autóctonos.

Con su defensa de las hibridaciones vegetativas Lysenko pretende transmitir un criterio práctico que no resulta excluyente de ningún punto de vista teórico. Como en el resto de su obra, se dirige a los cultivadores, no a los catedráticos. Les recuerda que, además de las hibridaciones sexuales, hay otra posibilidad de mejorar la producción agraria, las hibridaciones vegetativas. En los casos en que el agricultor no puede mejorar una determinada variedad mediante el cruce sexual, puede intentarlo por medio de injerto. Es lo que los lysenkistas calificaron como darwinismo "creativo". En su informe de 1948 Lysenko dijo algo capaz de convencer a cualquiera: con los métodos michurinistas se han creado 300 nuevas variedades de plantas. Cualquiera que hubiera estado allí hubiera preguntado, ¿cuántas han creado los genetistas formales? La respuesta es: ninguna. Es exactamente lo mismo que ya había manifestado Costantin medio siglo antes en su crítica a Weismann: "La hipótesis de Weismann es estéril, mientras que las concepciones lamarckianas son fecundas, ya que pueden orientar al agrónomo o al horticultor hacia investigaciones conducentes a descubrimientos prácticos del más grande intrerés" (580b). Mientras los mendelistas no podían obtener híbridos por vía sexual de una manera controlada, el método del mentor sí lo permitía (en determinados casos y bajo determinadas circunstancias). Los primeros transgénicos se obtuvieron medio siglo después de que Lysenko leyera su informe. Un discurso pronunciado por él en 1941 es bastante ilustrativo de la diferencia entre un país socialista y un país capitalista en materia de investigación científica: los norteamericanos realizan experimentos genéticos con moscas, decía Lysenko, nosotros lo hacemos con patatas.

A partir de aquí se reproduce de nuevo la polémica sobre el alcance exacto de ese darwinismo "creativo" que se trataba de implementar en la URSS, así como sobre el significado exacto de otras expresiones, como la de Michurin, según la cual es posible "quebrantar" la herencia. Es una cuestión a la que ya me he referido en relación con la vernalización. Por más que las expresiones de Michurin (y en ocasiones de Lysenko) no sean muy exactas, están fuera de contexto las burlas que, al respecto, proliferan entre los mendelistas, según las cuales el darwinismo soviético era tan "creador" que lograba convertir las lechugas en patatas y a la inversa. No cabe duda que cualquier posibilidad agrícola creativa tiene sus límites intrínsecos, que no es posible transgredir. Pero, al mismo tiempo, esos límites no se conocen y los campesinos llevan buscándolos desde hace 10.000 años con resultados muy variados. Pero por variados que sean, constatan una abrumadora evidencia favorable a las tesis de Michurin y Lysenko. Si para alguien resulta excesivo hablar de "crear" nuevas especies, al menos tendrá que reconocer que desde hace milenios el hombre ha logrado "orientar" la evolución de las ya creadas por la misma naturaleza, de manera que aquellos límites están cada vez más lejanos, es decir, que las posibilidades "creativas" son cada vez mayores.

Julian Huxley dedica una especial atención a esta cuestión en su crítica a Lysenko. Sin ninguna clase de argumentación asegura que las hibridaciones vegetativas no han desempeñado ningún papel en la evolución. El detalle no puede pasar desapercibido: las hibridaciones vegetativas no han desempeñado ningún papel en la evolución y las hibridaciones sexuales lo han podido absolutamente todo. A eso conduce exactamente la metafísica mendelista: por un lado el todo y por el otro la nada. Si fuera cierto, sería imposible averiguar los motivos por los cuales Darwin estudia el asunto en su obra. Para no caer en esta trampa, lo mismo que todos los mendelistas, Huxley silencia completamente cualquier mención a Darwin en este asunto, lo que le conduce a lanzar una falsedad: según él los híbridos vegetativos fueron descubiertos originalmente por Winkler y Baur en Alemania a comienzos del siglo XX y luego fueron estudiados por Jorgensen y Crane en Inglaterra.

Con esta exposición, Huxley trata de subrayar lo mismo que con la vernalización: Michurin tampoco es un precursor en esta materia. El truco es siempre el mismo: no existe hibridación vegetativa, pero por si acaso fuera cierta su existencia, sus inventores nunca serían los soviéticos sino otros.

Tiene razón Huxley en este punto: los soviéticos no inventaron nada, se limitaron a estudiar lo que cualquier horticultor llevaba practicando desde hace 10.000 años, posiblemente desde el origen mismo de la agricultura. Lucien Daniel, uno de los más expertos hibridadores, expuso un amplio recorrido histórico de esta práctica agrícola (581). En agronomía como en poesía quizá haya que reconocer que, como decía Machado, todo lo que no es de origen popular es plagio. La fruta que compramos en los supermercados no es una producción espontánea de la naturaleza sino producto de miles de años de hibridaciones de todo tipo, sexuales y vegetativas, exactamente igual que los animales domesticados, debiendo poner de manifiesto que son los pueblos orientales los primeros y los mejores conocedores de la materia. En un afán a la vez erudito y reivindicativo hay que reconocer, además, que una de las primeras hibridaciones documentadas con nombres y apellidos se remonta a 1835, cuando un horticultor francés, Jean Louis Adam, creó una variedad intermedia entre *Cytisus purpureus* y *Laburnum anagyroides* a la que le puso su nombre: *Laburnocytisus adamii*. Wille injertó un peral en un patrón de espino, que permaneció estéril durante 15 años, comenzando a fructificar a partir de los 20 años, produciendo flores y frutos de peral, mientras que sus sus inflorescencias eran las de un *Crataegus* (581b). También hay que reconocer el enorme interés de las publicaciones de Hans Winkler sobre la materia, pero a diferencia de Huxley, que habla por referencias indirectas, parece necesario conocerlas con un poco más de detalle porque no refuerza precisamente las concepciones mendelistas. En 1907, en los comienzos de la oleada mendelista, Winkler llevó a cabo sus propios experimentos de hibridación, publicando un primer artículo en el que considera que de su primer injerto había obtenido, efectivamente, una quimera, si bien en un artículo posterior publicado al año siguiente manifestó haber logrado un auténtico híbrido (581c).

Huxley menciona repetidamente a Crane, cuyos experimentos sobre hibridación son conocidos, pero incomparablemente más reducidos que los llevados a cabo por Lucien Daniel en Francia o por Gluchenko en la URSS. Pero Huxley tampoco menciona a Daniel ni a Gluchenko, como si las hibridaciones vegetativas fueran obra de Michurin y Lysenko exclusivamente. Entre 1940 y 1980 I.E.Gluchenko se especializó en la URSS en probar injertos, especialmente con tomates, publicando una copiosa colección de artículos. No fue el único. En aquel país, sólo entre 1950 y 1958 se publicaron más de 500 estudios científicos acerca de la hibridación vegetativa en los que participaron una ingente cantidad de botánicos, entre los que, además de Gluchenko, cabe destacar a C.F.Kuschner, N.V.Tsitsin, A.A.Avakian y N.I.Feiginson, entre otros. Esta ingente tarea científica sólo merece el desprecio de los mendelistas. Según Huxley muchos de esos experimentos fueron llevados a cabo por aficionados y estudiantes, mientras que "los investigadores de otros países no han podido obtener los mismos resultados". De ese modo, presenta la hibridación vegetativa como si se tratara de una experiencia originaria de la URSS, cuando los injertos vegetales son una práctica milenaria en la agricultura de todos los países del mundo. Sin embargo, Huxley trata de aparentar algo distinto, asegurando que las hibridaciones vegetativas únicamente las han podido comprobar los "jardineros" soviéticos, los cuales no estudian las obras científicas mendelianas, ya que las repudian, lo que les conduce a cometer muchos errores en sus investigaciones y, en particular, no toman precauciones a la hora de realizarlas, no utilizan ejemplares genéticamente puros, no elaboran estadísticas y no utilizan testigos de contraste. Por el contrario, el mendelismo "incorpora numerosos hechos y leyes que han sido verificados repetida e independientemente por los hombres de ciencia de todo el mundo". Las tesis soviéticas no son de fiar, por lo que hay que someterlas a un doble filtro: la confirmación por parte de terceros y la interpretación a la luz "de los conocimientos existentes, y no meramente interpretados según las burdas teorías de Michurin y Lysenko".

Cuando resulta ya imposible cerrar los ojos, en los casos en los que no se puede negar la evidencia, la hibridación vegetativa se presenta como un fenómeno excepcional. Por consiguiente, dice

Huxley, la diferencia no está en los hechos sino en la interpretación de los mismos. El fenómeno puede ser "igualmente bien explicado" o incluso "mejor explicado" en términos estrictamente mendelianos porque un híbrido "debe producir" nuevas combinaciones de genes en vasta escala, de los cuales la selección natural recluta a los mejores. La tesis de Huxley se podría resumir, pues, diciendo que o bien los hechos son falsos o, cuando no lo son, se pueden interpretar al modo mendelista (582). La banca siempre gana.

En las críticas a Michurin y Lysenko hay una ocultación reiterativa que tampoco es ninguna casualidad: la de que fue Darwin el primero que prestó atención a la hibridación vegetativa, defendiendo exactamente las mismas conclusiones que Michurin y Lysenko, es decir, que los injertos crean verdaderos híbridos vegetales: "la unión de tejido celular de dos especies distintas" capaz de producir un individuo nuevo, diferente a los dos anteriores, aunque a menudo los caracteres aparecen segregados y la mezcla no es tan homogénea como en la reproducción sexual. Esto, concluye Darwin, "es un hecho muy importante que cambiará más pronto o más tarde las opiniones sostenidas por los fisiólogos respecto a la reproducción sexual" (583). El naturalista británico se apoyó en sus propios experimentos al respecto que, al mismo tiempo, le sirven para fundamentar su teoría de la pangénesis y su defensa de la herencia de los caracteres adquiridos.

Después de Darwin, no fue Michurin el único en apoyar las tesis darwinistas, hasta el punto de que la hibridación vegetativa se ha podido confirmar por una amplia experimentación realizada en países muy diversos, como China, Japón (K.Hazama, Y.Sinoto, N.Ygishita, Y.Hirata), Alemania (I.Schilowa y W.Merfert), Bulgaria (R.Gueorgueva), Rumanía (C.T.Popescu), Yugoeslavia (R.Glavnic). Se ha ensayado con numerosas especies vegetales: frutales, hortalizas, flores ornamentales y otros. En México, el biólogo Isaac Ochoterena también defendió las hibridaciones vegetativas de los soviéticos: "Los agrónomos y biólogos soviéticos han obtenido asombrosos resultados en los últimos años [...] Han llegado incluso a la obtención de especies nuevas hibridando las existentes por el procedimiento del injerto de plantas pertenecientes no sólo a diversas especies, sino a diversos géneros" (584).

Ya antes de la década de los cincuenta, los soviéticos pasaron de las hibridaciones en vegetales a las animales por medio de transfusiones de sangre. En 1954 P.M.Sopikov (1903-1977) indujo nuevos caracteres en las aves mediante transfusiones de sangre repetidas de *Black Australorp* en gallinas ponedoras *White Leghorn*. Los cruces posteriores de gallinas *White Leghorn* con gallos de la misma variedad daban progenies con un fenotipo modificado. Entre 1950 y 1970 otros investigadores confirmaron las observaciones de Sopikov. Por ejemplo, Benoit y sus colaboradores, entre los que se encontraba el biólogo jesuita Pierre Leroy, reprodujeron en Francia aquellos experimentos con transfusiones de sangre en pollos, publicándose los primeros resultados en 1957. En una estación experimental del Instituto Nacional de Investigación Agronómica, perteneciente al CNRS, inyectaron por vía intraperitoneal sangre de una variedad de gallinas *Roder Island Real* en la sangre de otras gallinas. Como había demostrado Sopikov, este tipo de inyecciones provocan perturbaciones irregulares en la pigmentación de las plumas de los descendientes de la primera, segunda y tercera generación. De ahí concluían que las inyecciones actuaron sobre los caracteres hereditarios, ya que solo los descendientes de tres generaciones sucesivas presentaban alteraciones, mientras que los progenitores inyectados no experimentaban ninguna modificación. Los descendentes de los sujetos nacidos de padres inyectados estaban afectados, lo que demostraba que este fenómeno afectó a la línea germinal y no se fijó en el citoplasma. Este experimento fue un choque que abrió un debate, otro más, el 24 de noviembre de 1962 en el *Collège de France*, luego reproducido por la revista *Biologie médicale*.

Según Benoit, que abrió la sesión con una introducción muy breve, las hibridaciones vegetativas "en la actualidad no parecen poder explicarse por medio de los datos de la genética clásica y de hecho incitan a buscar nuevas explicaciones". Leroy confiesa que comenzó sus investigaciones intrigado por los avances logrados por los botánicos soviéticos y se defiende de los ataques que había comenzado a padecer como consecuencia de su interés por el asunto. Acusado de emplear "procedimientos medievales", describe minuciosamente las precauciones adoptadas en el

laboratorio para impedir la acción de factores imprevistos u ocultos: pureza génica, alimentación, estabilidad de los ejemplares utilizados, etc. Su conclusión es que la sangre incide sobre los caracteres hereditarios y se ve obligado a disculparse por tener que dar la razón a los investigadores soviéticos:

> Sería abusivo ver en el tipo de investigaciones que nosotros emprendemos un objetivo diferente del científico. Nada podrá frenar las conquistas definitivas de la ciencia de la herencia. La genética de Mendel, Morgan y de sus sucesores ha transformado la biología; sería pueril pensar que nuestro trabajo es contrario al mendelismo. ¿No es más exacto ver ahí un enriquecimiento y un complemento? Sinceramente, ¿tiene alguien derecho a decir que nosotros no tenemos nada que aprender en un dominio tan complejo, tan vasto y donde la ingeniosidad de los mecanismos no cesa de sorprendernos? El hombre ciertamente no ha agotado todos los recursos que le reservan el estudio y la observación (585).

El suizo Maurice Stroun, profesor de bioquímica en la Universidad de Ginebra, también defendió la hibridación vegetativa en el coloquio de París. Stroun publicó numerosos artículos y libros en los que resumía sus experimentos, tanto con injertos vegetales (solanáceas) como con transfusiones de sangre en animales (pollos). En 1963 comunicó que aves de la variedad *White Leghorn* que habían sido repetidamente inyectadas con sangre de la gallina *Grey Guinea*, producían descendencia con algunas plumas moteadas de gris en la segunda y posteriores generaciones. Para las hibridaciones dentro de una misma especie, las conclusiones de Stroun eran tres:

a) mediante injertos es posible influenciar los caracteres hereditarios

b) las modificaciones introducidas son a menudo diferentes de las obtenidas mediante cruce sexual ya que presentan una segregación en la primera generación, la transmisión de una parte únicamente de los caracteres y la aparición de nuevos caracteres

c) las modificaciones están orientadas: los caracteres introducidos en la variedad influenciada se aproximan a menudo a las del mentor

Por el contrario, concluye también Stroun, en las hibraciones entre especies diferentes las modificaciones no se orientan.

Lo que se presentaba como un “descubrimiento” sorprendente también fue convenientemente enterrado. El paso del tiempo fue ocultando las huellas de tal forma que no sólo las investigaciones soviéticas debían figurar sin respaldo fuera de las fronteras de aquel país sino aisladas, extrañas, únicas. Una de las conclusiones del coloquio de París era que se habían identificado los efectos de la hibridación vegetativa pero se ignoraban las causas, agentes y mecanismos que operaban en ellas, de las cuales sólo se podían avanzar hipótesis. Jean, el hermano de Maurice Stroun, participante en el debate, sostenía que el ADN ocupaba un lugar central en la transmisión hereditaria, pero que no era el único factor, indicando ya entonces la posibilidad de que también participaran el ARN y algunas proteínas nucleares. En plena ola de furor de la doble hélice aquello aguaba la fiesta de la teoría sintética.

Pero las sorpresas del debate de 1962 no acababan ahí. En su exposición Leroy mencionaba las investigaciones llevadas a cabo por el biólogo Milan Hasek (1925-1984) en Praga con embriones de pollo varios años antes y, por su parte, Jean Stroun también mencionó las reacciones inmunológicas como una de las cuestiones relacionadas con las hibridaciones. Lo mismo que Leroy en Francia, por influencia de la botánica soviética, Hasek había iniciado sus propios experimentos de hibridación en Checoslovaquia, publicando en 1953 su obra “La hibridación vegetativa de las plantas” en ruso. Después de los investigadores soviéticos fue uno de los primeros en trasladar las hibridaciones desde los vegetales a los animales, poniendo en comunicación los vasos sanguíneos de embriones de pollo. Observó que después de nacer los pollos eran quimeras ya que tenían células de los dos tipos genómicos y su descubrimiento le condujo al terreno de la inmunología, convirtiéndose en uno

de los más reputados científicos en ese dominio. A diferencia de los vegetales, los animales más evolucionados tienen un sistema inmunitario muy desarrollado que rechaza cualquier injerto, transfusión o transplante. Apoyándose en la teoría fásica de Lysenko, Hasek descubrió que los organismos quiméricos eran tolerantes a las transfusiones de sangre e injertos de piel. También quedaba claro que el sistema inmunitario no era estable sino que se desarrollaba a partir de las primeras fases embrionarias de modo que en ellas se puede lograr la tolerancia hacia cuerpos extraños y, por tanto, evitar el rechazo, una característica adquirida que se conserva para las etapas maduras.

Este descubrimiento de Hasek, que posibilitó en la década siguiente los primeros transplantes de órganos en seres humanos, es el que se atribuye a Medawar y el que le valió a éste la obtención del Premio Nóbel de Medicina en 1960, una de esas características vergüenzas de la historia de la ciencia en el siglo XX. Frente a Medawar, Hasek padecía cuatro lacras imperdonables en la guerra fría: no era anglosajón, escribía en ruso, era lysenkista y militante del partido comunista de su país. El Premio Nóbel no podía tener un destinatario así en 1960. Se sabía que los transplantes eran una de las técnicas con futuro de la medicina cuyo verdadero origen había que encubrir.

Hoy la hibridación se ha convertido en una práctica rutinaria en los laboratorios. Hace varias décadas que Sonneborn, por ejemplo, logró fusionar los núcleos de dos bacterias *Paramecium aurelia*, quedando un único ejemplar con dos citoplasmas diferentes. En 1965 Henry Harris fusionó células de dos especies distintas, que pasaban así a disponer de dos núcleos distintos. Según Harris no sólo el citoplasma identificaba los mensajes procedentes de ambos núcleos sino que ambos nucleos identificaban los mensajes procedentes del citoplasma (586). Desde 1975 se logran fusionar células distintas (hibridomas) por el método de César Milstein, Niels Kaj Jerne y Georges J.F. Köhler, es decir, mediante campos eléctricos, aunque también es posible utilizar otros procedimientos. Se engendra así un híbrido de un linfocito B con una célula tumoral (mieloma) que reúne las características de ambas: el linfocito produce anticuerpos y el tumor se reproduce muy rápidamente, con lo cual se obtiene una célula mixta capaz de producir anticuerpos en cantidades importantes (587). Un genetista español, Lacadena, ha expuesto recientemente los últimos avances en hibridación de plantas, a las que da otra denominación, considerándolas como una “nueva” técnica experimental que disimula sus orígenes teóricos y prácticos. Lo resume de una forma que podría rubricar el mismo Lysenko:

> A partir de la década de los setenta se han desarrollado nuevas técnicas experimentales de hibridación somática producida por fusión de protoplastos de especies diferentes y posterior diferenciación de plantas adultas que, evidentemente, llevan las dotaciones cromosómicas completas de ambas especies [...] Los imperialistas utilizaron Chechenia para despedazar a la URSS. No les bastaba con acabar con el socialismo sino que era necesario fragmentar el país. El Cáucaso entró dentro de la política imperialista de reparto del mundo por razones económicas (petróleo) y estratégicas (región clave). Así lo explicó Mijail Alexandrov, especialista del Instituto CIS de Moscú en el diario del Ministerio de Defensa ruso, Krasnaia Zvezda: "La situación en Osetia del norte precisa ser vista en el contexto de la creciente batalla por el control de la Transcaucasia entre Rusia y las potencias anglosajonas. Los anglosajones pretenden expulsar a Rusia de la Transcaucasia y, para ello, precisan desestabilizar la situación en el norte del Cáucaso y en Rusia en general". El Pentágono no ha dejado de provocar a Rusia para que llevara a cabo acciones agresivas contra los chechenos, tanto en el plano militar como diplomático. La respuesta militar rusa en el Cáucaso se enmarcó dentro de una política imperialista acerca de la necesidad de proteger su propio espacio vital, amenazado por los imperialistas estadounidenses que lo utilizan como instrumento de presión. El método ejemplarizador que se utilizó en Chechenia iba destinado a impedir cualquier otra tentación similar en el ámbito de la nueva Federación rusa. Los imperialistas actúan en Chechenia a través de Arabia saudí y los wahabitas, aunque Chechenia es de religión islámica son de la rama sufita, que es minoritaria en el resto del mundo árabe. La

> creciente influencia wahabí también contribuyó a dividir Chechenia. Los sufíes aún componen probablemente el 95 por ciento de la población. Las órdenes sufíes han tratado de mantener la distancia con respecto al conflicto checheno. Muchos dirigentes religiosos han optado por abandonar Chechenia para buscar refugio en la vecina Ingushetia o en otras partes de Rusia, dejando el campo llibre a los wahabitas. Los wahabitas tratan de sustituir el sufismo por el wahabismo en Chechenia tanto mediante enfrentamientos armados como a través de ONG y obras de caridad en un momento clave de paro y escasez de comida en la región. En plena bancarrota económica chechena, los wahabíes llevaron mucho dinero desde algunos países del Golfo y esto incrementó notablemente su prestigio en la región. La estrategia imperialista de manipulación de las poblaciones musulmanas de la URSS se concreta a partir de la invasión soviética a Afganistán en 1979. Afganistán fue el campo de entrenamiento de las redes de mujaidines organizadas, financiadas, entrenadas y mantenidas por los servicios de inteligencia de Estados Unidos, Gran Bretaña, Arabia Saudita y Pakistán, de donde provienen los islamistas que portan la marca de Al-Qaeda. En aquella época, la política de Carter estaba bajo la inspiración del consejero de Seguridad Nacional, Zbigniew Brzezinski, luego autor del libro "El gran tablero de ajedrez mundial: la supremacía estadunidense y sus imperativos geoestratégicos", donde ya aludía (1997) a los Balcanes euroasiáticos. Brzezinski afirma en su obra que el interés de Estados Unidos como primera potencia verdaderamente mundial es asegurar que ninguna potencia rival llegue a controlar Eurasia o, lo que es lo mismo, que sólo la controlen ellos.

> La regeneración de plantas adultas a partir de cultivo de protoplastos es una técnica de especial utilidad dentro de la biotecnología vegetal actual; por ello los intentos que se están haciendo en las especies cultivadas son numerosos [...]

> Las perspectivas que ofrece esta nueva técnica de hibridación parasexual son de extraordinaria importancia al poder salvar la barrera de la reproducción sexual en combinaciones híbridas entre especies más o menos alejadas en la escala evolutiva [...] Merece la pena destacar la obtención de híbridos somáticos de patata y tomate por regeneración a partir de la fusión de protoplastos por si en un futuro pudiera llegarse a obtener una nueva forma vegetal con un doble aprovechamiento agronómico: serían los *tomatotatas* (*topatoes*) o *patamates* (*pomatoes*) si bien en principio diversos problemas citogenéticos como los de inestabilidad cromosómica, interacciones genéticas, etc., impidieron augurar su posible utilización práctica. Algunos años más tarde, Jacobsen y colaboradores obtuvieron de nuevo los híbridos somáticos de patata y tomate y las decendencias de dos generaciones de retrocruzamientos con patata (588).

En este punto -como en otros- el mendelismo está condenado a sufrir un descalabro detrás de otro, especialmente contundentes en su tesis fuerte, a saber, que en la hibridación vegetativa no hay intercambio génico. En 2002 el checo Jaroslav Flegr, autor de algunas de las aportaciones más innovadoras a la biología reciente, publicaba un artículo en cuyo título se preguntaba si Lysenko no tenía razón, al menos en parte. Según Flegr, “no puede sorprender que las propiedades del patrón influyan en las propiedades de la púa. No sólo las moléculas de bajo peso molecular, sino también las proteínas y el ARN se desplazan fácilmente a través del floema, por lo que también penetran desde el patrón en la púa” (598). Al año siguiente el japonés Hirata indicó, después de décadas de investigación en torno a las hibridaciones vegetativas, la vía probable a través de la cual se produce el intercambio génico entre el patrón y el injerto: los transposones. Expuso literalmente lo siguiente:

> Durante 50 años hemos analizado las variaciones genéticas inducidas mediante injerto en variantes del pimiento. Hemos encontrado e informado sobre varios tipos de variaciones con conductas genéticas irregulares en las progenies derivadas de injertos

repetidos. Basándonos en nuestros experimentos, sugerimos particularmente que la transformación es el mecanismo probable de los cambios genéticos inducidos. Para comprobar la hipótesis, supervisamos la transferencia de ADN de la púa al patrón utilizando técnicas moleculares. Encontramos varias secuencias específicas comunes entre el ADN de la púa, el del patrón y variaciones inducidas por el injerto similares a las secuencias de los transposones del tomate. Es probable que la transferencia de genes y el mecanismo integrado de las plantas injertadas se establezca a través del sistema de retrotransposones (590).

En materia de hibridación vegetativa los investigadores orientales están muy por delante de los occidentales. Un año después del descubrimiento de los japoneses, hubo una nueva defensa de la hibridación vegetativa por parte de Yongsheng Liu, del Departmento de Horticultura del Instituto de Ciencia y Tecnología de Henan (China) quien ha publicado varios artículos en los que confirma que por medio de injertos se pueden obtener auténticos hibridos vegetativos, no quimeras, y que se trata de variedades estables. El investigador chino confirma que en las hibridaciones existe intercambio génico, que califica como transgénesis bidireccional: del patrón hacia la púa y a la inversa. Según Liu el intercambio génico se produce a través del ARN mensajero, el cual se transfiere entre el patrón y el injerto, luego la transcriptasa inversa lo transcribe a ADN capaz de integrarse en el genoma de uno o de otro y de sus células embrionarias (591). Tanto Darwin, como Lysenko y Liu coinciden en dar una importancia máxima a la hibridación vegetativa. El británico la relacionó con otros fenómenos biológicos, como la regeneración, la reversión o la gemación, afirmando que debían ser comprendidos “desde un punto de vista único”. Según Liu la hibridación vegetativa es, además, una prueba de que la teoría de la pangénesis de Darwin es una teoría genética correcta. Considera que la detección de ácidos nucleicos circulantes y priones en la savia de la planta y en la sangre de los animales demuestra que la función de las gémulas en la pangénesis de Darwin la desempeña el ARN mensajero. Es al británico (y no a Mendel) a quien hay que atribuir la paternidad de la genética, concluye Liu.

Pero el golpe de gracia llegó en 2009 cuando la Universidad de Chicago publicó el libro de Kingsbury sobre la historia de las hibridaciones, que el autor reconoce ligadas a la historia milenaria de la agricultura misma, viéndose obligado a mencionar a Lysenko y las investigaciones soviéticas, si quiera en un pequeño apartado envuelto en la vieja nube intoxicadora de la guerra fría, de la que no es capaz de deshacerse (592). En mayo de ese mismo año la revista *Science* informaba que investigadores del Instituto Max Plank de Postdam-Golm (Alemania) habían comprobado que entre las células que forman parte de un injerto existe intercambio génico (593). Los experimentos se llevaron a cabo con dos plantas transgénicas de tabaco que contenían secuencias genómicas de resistencia a distintos antibióticos, determinando dos limitaciones al descubrimiento:

a) sólo hay transferencia de los genes insertos en los cloroplastos, no de los que forman parte del núcleo
b) la transferencia se produce únicamente en la zona de contacto, por lo que sólo afecta a los brotes allí formados

Como se observa es una tesis muy matizada y, como también es habitual en el ágora mendelista, *Science* nada decía de la prehistoria de los injertos, como tampoco del alcance teórico de los mismos, aunque los mendelistas se guardaban expresamente de las posibles acusaciones de lysenkismo diciendo que las hibridaciones vegetativas no son análogas a las sexuales: *excusatio non petita acusatio manifesta*, decían los latinos, o dicho en palabras de Liu: las hibridaciones vegetativas están inextricablemente unidas al nombre de Lysenko. No hay manera de ocultar más tiempo un fraude científico que dura ya más de medio siglo. Pero que después de este tiempo se esté demostrando que Michurin y Lysenko tenían razón, también ha suavizado los posicionamientos de los viejos lysenkistas de antaño, supervivientes gastados por las polémicas de la guerra fría, algunos de los cuales parecen empeñados en disculparse por haber defendido la tesis verídica frente a la artillería mendelista. Es el caso de Maurice Stroun, quien pasa del lysenkismo inicial a un criterio

más matizado en 2006:

> A finales de los 50 y principios de los 60 del siglo pasado, tuvo lugar una lucha teórica entre los científicos occidentales y los rusos acerca de la teoría que explica el mecanismo de la evolución. De acuerdo con el neo-darwinismo, la evolución era el resultado del azar y de la necesidad, es decir, de las mutaciones que llegan por casualidad favoreciendo la supervivencia del más apto. Para los genetistas de Rusia, los caracteres adquiridos eran la base de la evolución, es decir, el medio ambiente modifica las características de los genes. Uno de los principales experimentos en que los genetistas de Rusia basaban su teoría era la transmisión de los caracteres hereditarios mediante una técnica especial de injerto entre dos variedades de plantas, una planta mentor y una planta pupilo. En su desarrollo la variedad pupilo depende por completo de su planta mentor, cuyas características hereditarias se modifican correlativamente. En el mundo occidental estos experimentos fueron contemplados con dudas. Nosotros fuimos de los pocos que trataron de repetir este tipo de experimentos. Después de tres generaciones de injertos entre dos variedades de berenjena, tuvimos éxito en la obtención de modificaciones hereditarias de las plantas pupilo, que adquirieron algunas de las características de la variedad mentor. La vinculación entre algunas de las características hereditarias de la planta mentor se rompieron, la segregación de la descendencia fue anormal y las características dominantes aparecen como recesivas en las plantas descendientes. En lugar de adoptar las opiniones de los científicos rusos acerca de los caracteres adquiridos, sugerimos que el ADN circulaba entre la planta mentor y la pupilo y supusimos que algunas moléculas de ácido nucleico que transportan la información genética podrían penetrar en las células somáticas y reproductivas de la planta pupilo en un momento propicio y permanecer activas (594).

Por lo tanto, en los injertos no sólo hay comunicación fisiológica, sino incluso intercambio génico entre las dos variedades que se unen. Las hibridaciones vegetativas ocasionan una transgénesis natural, lo cual supone la formación de algo distinto, como siempre sostuvo la genética de Darwin, Michurin y Lysenko.

Por sí misma, la discusión sobre las hibridaciones vegetativas resume la polémica lysenkista. Es un punto en el que la demagogia no ha ahorrado descalificaciones, a cada cual más insultante. En los países capitalistas algunos críticos decían que no habían podido corroborar los experimentos de hibridación, pero los más atrevidos hablan sencillamente de manipulación y de fraude. Experimentadores como Gluchenko debían estar tan obcecados con sus absurdos tomates que dedicaron 40 años de su vida, casi toda ella, a practicar injertos que -supuestamente- nadie más era capaz de reproducir. Quizá la ineptitud corría por cuenta de quienes jamás lograron ninguna clase de hibridación o, simplemente, cerraron los ojos ante la evidencia, no sólo de Michurin o Gluchenko sino de 10.000 años de prácticas agrícolas que se han propuesto borrar de la historia para mantener en pie una ideología tambaleante.

Es sólo una parte del estilo de la campaña propagandística de la guerra fría. Sin embargo, lo más significativo es que ninguno de los feroces críticos de Lysenko extiende sus insultos contra Darwin porque éste es el fetiche intocable. Además, el agrónomo soviético tiene que aparecer aislado, como el bicho raro, la nota discordante que de ninguna manera se puede poner en relación con Darwin. Finalmente, hay que rescatar a Darwin de sus propios desvaríos. Por eso su obra de madurez “Variación de los animales y las plantas bajo domesticación” no se tradujo al castellano hasta 2008. Pero los fraudes de los anglosajones ni siquiera tienen esta disculpa idiomática; simplemente mencionan las obras de Darwin según les conviene en cada caso. Sólo mediante la censura y la mutilación del pensamiento darwinista -y de otras corrientes de la biología- la teoría sintética ha podido infiltrar sus postulados entre la ciencia.

La cuestión sigue hoy planteada en los mismos términos que en 1948: un amplio consenso mayoritario de botánicos que se niega a reconocer las hibridaciones vegetativas y un reducido

número de excéntricos que afirma todo lo contrario. Los primeros hacen bien en cerrar los ojos porque están en juego todos y cada uno de los fundamentos que han venido manteniendo desde 1883. Afortunadamente para la humanidad la ciencia nunca ha resuelto sus dilemas a mano alzada; mientras queden herejes podemos tener confianza en el progreso del pensamiento.

Los genes se sirven a la carta

Los vergonzosos ataques contra Lysenko prostituyen hasta el ridículo sus tesis, que tratan de presentar como si fueran incompatibles con los descubrimientos de la genética. Por ejemplo, Medvedev afirma que hubo una "negación integral de la genética" (595), y según Ayala, para Lysenko la genética era una ciencia capitalista (596). Este es el tópico usual al que recurren los intoxicadores. La postura de Lysenko acerca de la genética la expuso él mismo en varias ocasiones, otorgándole una importancia capital puesto que la selección artificial debía fundamentarse en ella. Entre otras, en la sesión de la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas de 23 de diciembre de 1936 dijo lo siguiente:

> Nuestros contradictores declaran que Lysenko repudia la genética, es decir, la ciencia de la herencia y de la variabilidad. Es falso. Nosotros luchamos por la ciencia de la herencia y de la variabilidad, lejos de repudiarla.
>
> Nosotros combatimos diversas tesis de la genética, tesis erróneas y totalmente imaginarias. Nosotros luchamos para que la genética se desarrolle sobre la base y sobre el plan de la teoría darwiniana de la evolución. Nosotros debemos asimilar la genética, que es una de las ramas más importantes de la agrobiología, debemos reconducirla con la ayuda de nuestros métodos soviéticos a lo más alto y lo más completamente posible, en lugar de adoptar pura y simplemente numerosos principios antidarwinistas que están en la base de las tesis fundamentales de la genética.
>
> Nadie entre nosotros sueña con negar los brillantes trabajos de la citología que han hecho progresar nuestro conocimiento de la morfología de la célula, y sobre todo el núcleo; nosotros estimulamos sin reservas esos trabajos [...] Son ramas del saber indispensables que acrecientan nuestros conocimientos.

Es, pues, obvio que la lucha de Lysenko no se entabló contra la genética sino contra toda la amalgama de concepciones oscurantistas que pretendían introducirse junto con ella, como reconoció Haldane. Según el británico, muchos genetistas y la mayoría de los vulgarizadores soviéticos "se habían dejado engañar" por su propio vocabulario, y Lysenko se basó en ello "para desprestigiar a la teoría genética en general y para proponer una tarea con mucha menos base científica que el mendelismo" (597). Por lo menos a partir de aquí podemos empezar a sospechar que no se trataba de una guerra contra la genética sino contra el mendelismo, si bien los formalistas no conciben la genética sin las leyes de Mendel. Pero éste es otro problema distinto. No obstante, ni siquiera la crítica del mendelismo es una crítica de Mendel, por lo que las versiones difundidas en los países capitalistas acerca de Lysenko no pueden calificarse más que de una manipulación vergonzosa.

Si el lysenkismo era tan contrario al progreso de la ciencia, si retardó tanto el avance de la genética, alguien debería explicar cómo es posible entonces que el biólogo británico J.D.Bernal, un defensor de Lysenko, esté considerado como el fundador de la genética molecular en su país. Cabe reseñar también que, lo mismo que en la URSS, mientras un militante del Partido Comunista como Bernal defendía a Lysenko, otro militante, J.B.S.Haldane, también biólogo, defendía todo lo contrario (598).

Pero el lysenkismo no fue sólo un fenómeno soviético. Uno de los muchos países en los que las tesis de Lysenko tuvieron más aceptación fue China y el primer cultivo transgénico se creó en 1992 en aquel país asiático. Era una planta de tabaco a cuyo genoma se le añadió una secuencia de

resistencia para el antibiótico kanamicina. En 1999 el Instituto de Genética Médica de Shanghai creó el primer ternero probeta transgénico utilizando las mismas técnicas que se emplearon en la obtención de la oveja clónica Dolly tres años antes. A pesar de la influencia lysenkista China se situó a la cabeza de investigación genética.

Ni Lysenko ni la URSS se opusieron al desarrollo de la genética en los centros educativos y en los laboratorios, de manera que se pudieron conocer todas las corrientes existentes en el mundo, y así, por ejemplo, la Sociedad de Naturalismo de Moscú siempre se destacó en la defensa de los principios mendelistas. No obstante, quizá no sea este aspecto el más interesante. Lo realmente significativo es que las afirmaciones acerca de la supuesta "prohibición" de la genética en la URSS deberían conducir a establecer comparaciones -incluso cuantitativas- con la enseñanza de esa misma disciplina en otros países: fechas en las que se introdujeron las cátedras de genética, número de profesores universitarios, planes de estudio, manuales utilizados, artículos y libros publicados, etc. Si algunos críticos prestaran un poco más de atención a la viga en el ojo propio que a la paja del ajeno, las sorpresas serían mayúsculas. En España, lo mismo que en muchos otros países, la ley universitaria de 29 de julio de 1948 ni siquiera mencionaba la palabra biología, una disciplina que, según el artículo 15, había que entender como un apartado dentro de la sección de ciencias naturales de las facultades de ciencias. Los primeros planes de estudio no llegaron hasta 1953, la primera promoción de biólogos españoles se graduó en 1957 pero la biología no adquirió autonomía universitaria propia hasta que en 1964 se establecieron las secciones de biología en las facultades de ciencias (decreto 2707/64) y la primera Facultad de Ciencias Biológicas tardó en crearse otros diez años más. La memoria del curso académico 1977-1978 hablaba de la existencia de 12 cátedras agrupadas en 7 departamentos que impartían sus enseñanzas a casi 3.500 alumnos. De las disciplinas afines a la biología no cabe ni hablar. Entonces la genética, lo mismo que la ecología (599), eran aquí poco más que una nota a pie de página en los libros de biología. Hasta 1963 no se convocaron oposiciones para las primeras cátedras de genética.

La primera Asociación de Genetistas de América no se creó hasta 1931, siendo L.C. Dunn su primer presidente. Su primera reunión al año siguiente sólo pudo agrupar a unos 50 miembros, con otros diez más al año siguiente. El panorama no era más alentador en otros países europeos. En 1949 el bioquímico belga Jean Brachet reconoció en una rueda de presa tras su viaje a la URSS, que en la Universidad Libre de Bruselas los planes de estudios ofrecían 15 horas lectivas de genética, contra 200 en la de Leningrado. No está nada mal para un país que acababa de "prohibir" la genética. El primer profesor universitario de genética en Estados Unidos fue Alfred Sturtevant, quien comenzó a impartir sus clases en 1928. Según Haldane, en 1938 en Inglaterra no había más que un sólo profesor de genética "y como no se ha hecho ningún esfuerzo por remediar esta carencia, la enseñanza de genética en Londres es, de momento, radicalmente imposible" (600).

El mismo escenario se obtendría localizando las fechas de publicación de las primeras revistas de biología en cada país o los temas de interés abordados en ellas, por lo que la conclusión es obvia: cuando en 1948 cientos de biólogos soviéticos discutían el informe de Lysenko, en la mayor parte del mundo simplemente no había biólogos. Desde los años veinte en la URSS existían tres institutos dedicados exclusivamente a la genética. La superioridad soviética en ese punto era, pues, abismal.

Las aportaciones soviéticas a la genética también fueron muy importantes, en algunos casos anteriores a las anglosajonas y, desde luego desconocidas, descuidadas o ignoradas por su propio origen, por lo que conviene recordarlas, aunque sea telegráficamente. En 1921 el embriólogo soviético A.G.Gurwitsch abrió al mundo un nuevo dominio científico; el de la biofísica. Al mismo tiempo e independientemente del alemán Hans Speeman, elaboró la teoría del campo morfognético y dos años después descubrió los biofotones (601). Entre 1922 y 1929 Vavilov reunió en sus expediciones la colección de plantas y semillas más importante del mundo, cuyo destino era la selección y la hibridación y, por consiguiente, el mejoramiento en la calidad de los cultivos agrarios. En 1924 Oparin expuso la primera hipótesis científica sobre el origen de la vida. Ese mismo año A.N.Bach creó el primer Instituto de Investigación Bioquímica del mundo y expuso las primeras nociones bioquímicas sobre la oxidación. Aunque el efecto mutágeno de las radiaciones sobre los

cromosomas se atribuye al estadounidense H.J.Muller, y le concedieron el Premio Nobel por ello, sus verdaderos descubridores fueron los soviéticos G.A.Nadson y G.S.Filippov, que observaron el efecto en levaduras y hongos, adelantándose en dos años a Muller. En 1926 Vladimir I.Vernadsky publicó "La biosfera" una obra pionera en la ecología contemporánea. Al año siguiente S.S.Chetverikov fue el primero en formular las leyes del polimorfismo genético que constituye la base de la genética de poblaciones, adelantándose en varios años a Wright, Fisher y Haldane, que pasan por ser sus creadores. Ese mismo año G.D.Karpechenko creó la primera planta sintética del mundo, a la que dio el nombre de *Raphanobrassica* (*Raphanus sativus* y *Brassica cleracea*), un híbrido del rábano y la col (repollo o coliflor)(601b). Ese mismo año N.K.Koltsov fue el primero en describir la estructura de los cromosomas como moléculas gigantescas capaces de reproducirse por un mecanismo de molde, concepto que relacionaba la genética con la bioquímica. No obstante, como todos los genetistas de la época, Koltsov pensaba que esa molécula era una proteína y no un ácido, el ADN, como se supo después. La noción de biosíntesis permitió entender la autorreplicación genética. En 1927 A.R.Serebrobsky estudió la primera variación intragenética de la mutabilidad. Al año siguiente A.A.Sapeguin obtuvo mutantes del trigo mediante radiaciones. En 1929 A.W. Anikin formuló la ley general de la deformación de los núcleos de las células mesenquimales en embriones de tritón, según la cual las partes de la superficie son rechazadas por un centro geométrico del primordio con una fuerza que disminuye en proporción inversa a la distancia del centro del primordio. En 1935 A.N.Belozersky logró aislar ADN en forma pura por primera vez y dos años después N.P.Dubinin fue el primero en descubrir en una población de moscas drosophilas al menos un dos por ciento de mutantes espontáneas. Al año siguiente, estudiando el efecto de la luz sobre la floración, Mijail J. Chailakhyan descubrió el florígeno (602), uno de los hallazgos más importantes en la botánica contemporánea que se ha logrado confirmar en el presente siglo.

La ecología alcanzó un enorme desarrollo en la URSS, avanzando importantes investigaciones sobre fitosociología, dinámica trófica y biocenología. En los años veinte se crearon en todo el país numerosas instituciones de investigación y enseñanza de la ecología, que están entre las primeras del mundo: en 1924 en Tashkent, bajo la dirección de D.N.Kasharov, al año siguiente en Leningrado, después en Moscú, Smolensk, Jarkov, Voronej y otros. En 1930 el III Congreso de zoología celebrado en Kiev reconoció la extraordinaria importancia de la ecología, "no sólo por sus aplicaciones sino también desde el punto de vista teórico" y acordó reservar a esta disciplina una plaza de pleno derecho en las facultades de pedagogía y agronomía. Al año siguiente Kasharov, que regresaba de un largo viaje por Estados Unidos, publicó el primer manual de ecología para la enseñanza: "Ambiente y comunidades", traducida al inglés en 1935. También en 1931 Kasharov inició la publicación de la primera revista soviética de ecología, que dedicaba una atención especial a las especies animales amenazadas. La URSS fue el primer país del mundo en crear parques naturales (*zapovedniki*) sometidos a una estricta protección ambiental. Mijail P.Chumakov (1909–1993) fue el primero en descubrir que un tipo de encefalitis que tenía su origen en un virus, que logró aislar, demostrando que se transmitía por medio de ácaros, un descubrimiento que le valió el premio Stalin en 1941.

A mediados de la década de los cincuenta, Boris V.Timofeiev (1916-1982) del Instituto de Geocronología Precámbrica de Leningrado, anunció uno de los descubrimientos más fantásticos del pasado siglo: el hallazgo de esporas fósiles microscópicas precámbricas en la URSS. Aunque la fauna ediacara ya había sido descubierta con anterioridad por Reginald C. Sprigg (1919-1994) en Australia, aquel hecho quedó entonces silenciado. Pero además Timofeiev había desarrollado una técnica novedosa para estudiar estos fósiles que es la que ahora se emplea en paleobiología (603).

La investigación científica en la URSS estuvo siempre muy por delante de los más avanzados países capitalistas, cualquiera que sea la etapa analizada, en cifras absolutas o relativas. Para 1980 los datos de Bruno Latour sobre el número de científicos e ingenieros, su porcentaje con respecto al total de la fuerza de trabajo, así como la proporción de la inversión en ciencia con respecto al volumen del Producto Nacional Bruto es esclarecedera de la aplastante superioridad soviética (604):

	URSS	Estados Unidos	Japón	Alemania	Reino Unido	Francia
científicos e ingenieros	1.200.000	890.000	363.000	122.000	104.000	73.000
% del total de trabajadores	0,9	0,59	0,65	0,46	0,4	0,32
% del total del PNB	3,6	2,6	2,4	2	2,2	2,6

Las desinformaciones presentan a la ciencia soviética como una laguna aislada, ajena y extraña a las corrientes de la genética de otros países, consecuencia a su vez del aislamiento internacional de la URSS que, naturalmente, aparece como una política deliberadamente perseguida por la diplomacia soviética, como si los demás países no tuvieran ninguna responsabilildad en ello. También aquí hay que proceder a una verdadera reconstrucción de los hechos casi completa. La URSS estuvo durante muchos años fuera de la Sociedad de Naciones, sometida a un riguroso bloqueo internacional. En líneas generales y, especialmente en lo que a la ciencia respecta, desde su mismo nacimiento, la URSS buscó desarrollar toda clase de intercambios con terceros países, a cuyos efectos creó una Oficina para el Estudio de la Ciencia y la Tecnología Extranjera. En 1924 organizó la Sociedad para las conexiones culturales con los países extranjeros: "Con posterioridad a 1920 la Academia de Ciencias primero y después otros centros de investigación, tomaron medidas para establecer relaciones directas con centros de investigación del extranjero. Aun cuando al principio la cooperación internacional fue muy modesta, tuvo sin embargo extraordinaria importancia para el desarrollo de la ciencia soviética" (604b). La gran crisis capitalista de 1929 favoreció los intercambios. Al acabar con los presupuestos para educación e investigación en Estados Unidos, la URSS invitó a muchos científicos y técnicos extranjeros que se habían quedado en el paro a instalarse allá, e incluso se construyeron urbanizaciones y ciudades enteras para ellos. Otros ya se habían instalado anteriormente, de manera que es difícil encontrar un genetista que no hubiera viajado en algún momento a la URSS antes de la guerra mundial. Un conocido eugenista como Leslie Clarence Dunn se trasladó allá en 1927 con una beca de Rockefeller. Richard B.Goldschmidt visitó la URSS en 1929 para asistir a un congreso de genética. También visitó el país dos veces Julian Huxley antes de la guerra, del que obtuvo una buena impresión, olvidándose de ella en la posguerra para escribir su obra contra Lysenko, una incongruencia que nunca explicó. Al quedarse en el paro en Estados Unidos, el biometrista Chester Bliss trabajó de 1936 a 1937 en el Instituto Botánico de Leningrado. El genetista Calvin F.Bridges también fue profesor de su disciplina en la Universidad de Leningrado.

El conocido historiador de medicina Henry E. Sigerist viajó tres veces a la URSS, estudiando meticulosamente su sistema sanitario, del que se convirtió en su divulgador más entusiasta: "Los estudios que he hecho durante tres veranos en la URSS fueron quizás los más inspiradores de toda mi carrera. Admito francamente que estoy impresionado por todo lo que vi, por el esfuerzo honesto de una nación entera para darle atención médica a todo el pueblo". El investigador suizo destacó las aportaciones pioneras de la revolución socialista a la medicina mundial, que describió en su libro *Socialized Medicine in the Soviet Union*, publicado en Nueva York en 1937.

En 1925 la Academia de Ciencias ofreció un laboratorio de investigación al biólogo Paul Kammerer durante una vista a la URSS. El austriaco aceptó el puesto pero tenía que ir a Viena para recoger sus cosas. Fue entonces cuando se divulgó su supuesto fraude, que le condujo al suicidio. Después de 1929 la crisis promocionó la emigración hacia la URSS de científicos procedentes de los países de Europa central, una corriente reforzada después de la llegada de Hitler a la cancillería en Alemania. En 1932 el paleobiólogo checo Martin Fritz Glæssner (1906-1989) fue invitado a organizar el laboratorio del Instituto de Minerales, alcanzando una plaza en la Academia de Ciencias e impartiendo lecciones en la Universidad de Moscú. Se casó con una soviética pero, ante la proximidad de la guerra, como a tantos otros científicos extranjeros, en 1937 le exigieron optar por

obtener la nacionalidad soviética o abandonar el país, trasladándose entonces a Viena.

Entre los científicos que huyeron a la URSS se encontraba Georg Schneider (1909-1970), un joven militante del Partido Comunista de Alemania recién salido de la universidad. Schneider emigró a la URSS en 1931, donde dos años después se le unió su profesor en Jena, Julius Schaxel (1887-1943), un prestigioso biólogo, también marxista, a su vez alumno de Ernst Haeckel. Schaxel (605) había fundado en 1924 el conocido diario de información científica "Urania", prohibido por los nazis en 1933. En el exilio Schaxel y Schneider iniciaron una estrecha colaboración primero en el Instituto de Morfogénesis Experimental, poniendo los cimientos de la biología del desarrollo, disciplina de la que se cuentan entre sus pioneros, que continuaron después en el Instituto Severtsov de Morfología Evolucionista de la Academia de Ciencias de la URSS en Moscú. Tras su retorno a Alemania en 1945, Schneider impartió clases de biología teórica en la Universidad de Jena, siendo uno de los pocos defensores del lysenkismo en la República Democrática Alemana.

El caso de H.J.Muller es bastante singular e ilustra sobre la verdadera situación de la genética en aquella época, ya que recorrió todo el espectro ideológico imaginable. Discípulo de Morgan, su "redescubrimiento" del efecto mutágeno de las radiaciones sobre los cromosomas en 1927 fue trascendental; su manual *Principles of Genetics* tuvo una amplia difusión universitaria por todo el mundo y fue muy pronto traducido al ruso. Muller fue uno de aquellos investigadores que tuvo que abandonar la universidad de su país, en bancarrota tras el hundimiento capitalista de 1929. De Texas se trasladó a Berlín en 1932, permaneciendo durante un año trabajando junto a Timofeiev-Ressovski en el mismo laboratorio. Después de la llegada al poder de los nazis aceptó una invitación para presidir el Instituto de Genética de Moscú, a donde se desplazó con su cargamento de moscas, permaneciendo allá desde 1933 hasta 1937. En la Unión Soviética Muller escribió varios artículos para la prensa elogiando la colectivización agrícola y apoyando la investigación científica soviética. En uno de ellos, publicado en el diario gubernamental *Izvestia* con ocasión del décimo aniversario de la muerte de Lenin, criticaba el lamarckismo y defendía que la genética mendelista era una aplicación del marxismo a la biología. Fue uno de los fundadores del Consejo Nacional de Amistad Americano-Soviética y presidente de la Sociedad Científica Americano-Soviética. En una conferencia impartida en Moscú en 1936 estableció el puente que unió la química y la genética: el portador de la información genética era un polímero compuesto por una serie aperiódica de subunidades. Al año siguiente se trasladó a España como miembro de las Brigadas Internacionales para participar en los servicios médicos del ejército republicano. Pero Muller tenía sus propias ideas: era un eugenista cuyas concepciones creyó poder llevar a cabo en la URSS, como si la revolución de 1917 hubiera convertido al país en un laboratorio de cobayas humanas. Creía que la Unión Soviética era el Estado ideal para llevar a cabo experimentos eugenistas de mejora de la raza humana porque las barreras de clase habían desaparecido. En mayo de 1936 le envió a Stalin un ejemplar de su libro *Out of the night* en el que defendía la eugenesia. En esa obra, lo mismo que en las conferencias científicas en las que intervino mientras permaneció en la URSS, Muller sostuvo que la inseminación artificial entre los soviéticos podría asegurar la victoria del socialismo. Había que mejorar la dotación genética de la clase obrera y del campesinado para suplir su inferioridad natural. Desengañ por no poder llevar a cabo sus experimentos eugenistas, Muller acabó militando en las filas del anticomunismo más visceral.

La genética soviética estuvo siempre estrechamente imbricada con la de los demás países del mundo. Sus científicos formaron parte de academias e institutos de investigación de otros países, del mismo modo que existieron científicos de otros países que formaron parte de las universidades y laboratorios soviéticos. El mismísimo William Bateson acudió a Moscú en 1925 para celebrar el 200 aniversario de la fundación de las academias científicas en Rusia, y al regresar a su país escribió un artículo elogiando el enorme esfuerzo que estaba realizando la URSS en materia científica (606). En los libros soviéticos publicados no hay más que repasar la bibliografía y las citas para observar cómo los avances de otros países también fueron conocidos por los científicos soviéticos, así como sus manuales, de los que existen numerosas traducciones. Lo mismo cabe decir de los fondos bibliográficos disponibles en bibliotecas y librerías. Así, las obras escogidas de

T.H.Morgan se publicaron en la URSS en 1937, antes que en Estados Unidos; lo mismo se puede decir de las de H.J.Muller, un científico más conocido en la URSS que en su propio país.

Una de las acusaciones lanzadas contra Lysenko es su negativa a reconocer los genes, cuestión que él abordó en varios textos con bastante claridad. A lo que él se oponía era al concepto de gen como corpúsculo portador de la herencia, y pone un ejemplo: no por negar que existan partículas o una sustancia de la temperatura, se niega la existencia de ésta como medida de un estado de la materia: “Nosotros negamos que los genetistas, y con ellos los citólogos, puedan percibir un día los genes por el microscopio. Se podrá y se deberá discernir en el microscopio detalles cada vez más ínfimos de la célula, del núcleo, de los cromosomas, pero eso serán parcelas de la célula, del núcleo o del cromosoma, y no lo que los genetistas entienden por gen. El patrimonio hereditario no es una sustancia distinta del cuerpo, que se multiplica a partir de él mismo. La base de la herencia es la célula que se desarrolla, se transforma en organismo. Esta célula comporta unos orgánulos con fines diversos. Pero no hay en ella ninguna partícula que no se desarrolle, que no evolucione”.

Esta concepción no fue exclusiva de Lysenko sino que también puede encontrase en autores muy anteriores a él, como el embriólogo soviético A.G.Gurwitsch, uno de los primeros opositores a la emergente genética mendelista desde los primeros tiempos de formación de la URSS, si bien su criterio se fundamentó en argumentos bien distintos de los defendidos por Lysenko. Según Gurwitsch la herencia deriva del campo morfogenético, es decir, de fuerzas de ámbito supracelular, que ni siquiera pueden considerarse como biológicas en un sentido estricto. Sin embargo, en sus cursos daba conocer a sus alumnos la obra de Mendel. Cuando en 1948 los lysenkistas le invitaron a sumarse a la batalla contra la teoría sintética, Gurwitsch se posicionó en contra suya. Su posición es, pues, esclarecedora de la complejidad del debate por cuanto ambos, Gurwitsch y Lysenko eran originarios del mismo pueblo y, además, pocos años antes, en 1941, había recibido el Premio Stalin por su descubrimiento de los biofotones.

Desde el punto de vista del origen de la vida, Oparin también criticó la teoría de las mutaciones al azar:

> En el problema mismo del origen de la vida, muchos naturalistas continúan sosteniendo, aun después de Darwin, el anticuado método metafísico de atacar este problema. El mendelismo-morganismo, muy usual en los medios científicos de América y de Europa occidental, mantiene la tesis de que los poseedores de la herencia, al igual que de todas las demás particularidades sustanciales de la vida, son los genes, partículas de una sustancia especial acumulada en los cromosomas del núcleo celular. Estas partículas habrían aparecido repentinamente en la Tierra, en alguna época, conservando práctica e invariablemente su estructura definitiva de la vida, a lo largo de todo el desenvolvimiento de ésta. Vemos, por consiguiente, que desde el punto de vista mantenido por los mendelistas-morganistas, el problema del origen de la vida se constriñe a saber cómo pudo surgir repentinamente esta partícula de sustancial especial, poseedora de todas las propiedades de la vida.
>
> La mayoría de los autores extranjeros que se preocupan de esta cuestión (por ejemplo, Devillers en Francia y Alexander en Norteamérica), lo hacen de un modo por lo demás simplista. Según ellos, la molécula del gene aparece en forma puramente casual, gracias a una ‘operante’ y feliz conjunción de átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo, los cuales se conjugan ‘solos’, para constituir una molécula excepcionalmente compleja de esta sustancia especial, que contiene desde el primer momento todas las propiedades de la vida.
>
> Ahora bien, esa ‘circunstancia feliz’ es tan excepcional e insólita que únicamente podría haber sucedido una vez en toda la existencia de la Tierra. A partir de ese instante, sólo se produce una incesante multiplicación del gene, de esa sustancia especial que ha aparecido una sola vez y que es eterna e inmutable.

> Está claro, pues, que esa 'explicación' no explica en esencia absolutamente nada. Lo que diferencia a todos los seres vivos sin excepción alguna, es que su organización interna está extraordinariamente adaptada; y podríamos decir que perfectamente adaptada a las necesidades de determinadas funciones vitales: la alimentación, la respiración, el crecimiento y la reproducción en las condiciones de existencia dadas. ¿Cómo ha podido suceder mediante un hecho puramente casual, esa adaptación interna, tan determinativa para todas las formas vivas, incluso para las más elementales?
>
> Los que sostienen ese punto de vista, rechazan en forma anticientífica el orden regular del proceso que infiltra origen a la vida, pues consideran que esta realización, el más importante acontecimiento de la vida de nuestro planeta, es puramente casual y, por tanto, no pueden darnos ninguna respuesta a la pregunta formulada, cayendo inevitablemente en las creencias más idealistas y místicas que aseveran la existencia de una voluntad creadora primaria de origen divino y de un programa determinado para la creación de la vida.
>
> Así, en el libro de Schroedinger '¿Qué es la vida desde el punto de vista físico?', publicado no hace mucho; en el libro del biólogo norteamericano Alexander: 'La vida, su naturaleza y su origen', y en otros autores extranjeros, se afirma muy clara y terminantemente que la vida sólo pudo surgir a consecuencia de la voluntad creadora de Dios. En cuanto al mendelismo-morganismo, éste se esfuerza por desarmar en el plano ideológico a los biólogos que luchan contra el idealismo, esforzándose por demostrar que el problema del origen de la vida –el más importante de los problemas ideológicos- no puede ser resuelto manteniendo una posición materialista.

Idéntica posición que Lysenko y Oparin defendió en los años treinta el biólogo italiano Mario Canella, que calificó al mendelismo como una "jerga esotérica". El gen, afirma Canella, ni material ni funcionalmente puede ser una unidad autónoma: "Nuestra ignorancia es lo bastante grande como para justificar las más dispares hipótesis", concluye (607b). El 19 junio de 2007 la agencia de noticias canadiense *Science Presse* titulaba así una información: "Ni siquiera sabemos lo que es un gen" (608).

Lysenko no ha sido, pues, el único en cuestionar el estatuto científico del concepto "gen". Las dudas sobre la naturaleza y la existencia misma de los genes fueron muy frecuentes entre los científicos de todo el mundo hasta mediados del siglo XX, y nunca se han solventado satisfactoriamente. No solamente no se le puede reprochar nada a Lysenko sino que, desde la perspectiva actual, lo que cabe discutir es si avanzó lo suficiente en ese terreno, es decir, si insertó adecuadamente dicho concepto en el contexto de una crítica más general al conjunto de la teoría sintética y del concepto de herencia. El concepto de gen es uno de los fantasmas sobre los que se ha articulado la teoría sintética, su misma médula. No es extraño, por tanto, que mostrando sus lagunas algunos lleguen a pensar que el fundamento de la genética naufraga. Si suponemos que heredamos algo de nuestro ancestros, ¿qué es eso que se hereda? ¿heredamos genes? ¿heredamos únicamente genes? Los verdaderos científicos son los que plantean preguntas. Por eso, en la edición correspondiente a 1948 de su obra sobre la herencia, el genetista suizo Émile Guyénot insertó un epígrafe titulado "¿Existen los genes?", donde reconocía que los genetistas no sabían nada cierto sobre la naturaleza de los genes: "La existencia misma del gen, al menos tal y como se le concibe generalmente, se comienza a poner en duda". Añade también que aunque los cromosomas se pueden dividir en unidades que preservan cierta autonomía, esas posiciones diferenciables no son necesariamente genes (608b). Esa era la posición de un genetista suizo en 1948, justo cuando Lysenko lee su informe en la Academia. Pero la diferencia entre Guyénot y Lysenko es que éste era soviético. Parece claro, en consecuencia, que la postura de Lysenko sobre los genes era compartida por una parte importante de la genética mundial, hoy censurada. En su conocida obra, escrita en 1943, Schrödinger habla más de los cromosomas que de los genes, porque la existencia de éstos era puramente hipotética: los definía

como un “hipotético transportador material de una determinada característica” (609). ¿Qué fue de aquella hipótesis? ¿En qué momento se convirtió en una tesis?

A diferencia de otros conceptos capitales de la biología molecular, como las enzimas, por ejemplo, los genes no fueron un descubrimiento sino un invento, una hipótesis presumida por las modificaciones que se observaban en el exterior o, en expresión de Darwin, “tinta invisible”. Como afirma Le Dantec, poner un nombre a algo que no existe es un “error de método” porque parece concederle una realidad fáctica que no tiene (610). Se inventó una causa por sus efectos; se postuló su existencia en la misma forma que se postula la existencia de un virus, aún sin conocer su realidad, cuando se manifiestan determinadas enfermedades y se le pone el mismo nombre al virus (la causa) que a la enfermedad (el efecto). Del mismo modo, cuando se apreciaban cambios en los caracteres externos se atribuían a causas internas, de donde se extrajeron las nociones de mutación génica, alelo, polimorfismo, etc. Según el manual de Suzuki, Griffiths, Miller y Lewontin, sólo se puede detectar un gen cuando hay un cambio en los rasgos físicos externos del individuo; a medida que se descubran más cambios, se descubrirán también más genes. La variación es la materia prima de la genética: si todos los ejemplares de una especie fueran iguales, no existiría esta ciencia. Los autores definen precisamente la genética como el estudio de los genes a través de su variación (611).

La argumentación de Morgan es también sintomática de la manera confusa en que se introdujo el concepto de gen a mediados del pasado siglo: “La prueba de que los genes son las unidades esenciales de la herencia no reposa sobre la observación directa, ya que la dimensión de los genes es inferior a los límites de la visión en los más poderosos microscopios, sino que se deduce de los fenómenos de la herencia”. Por lo tanto, en primer lugar, la existencia de los genes no se apoyaba en los hechos; aunque no lo querían reconocer, no era más que una de esas hipótesis tan poco gratas a los empiristas. Pero además, añadía Morgan, los genes son “entidades” con dos propiedades fundamentales: la primera la expone de una manera muy confusa diciendo que los genes tienen capacidad para crecer y multiplicarse, aunque luego dice que lo que en realidad se divide es el cromosoma, para acabar sosteniendo que “el gen se divide cuantitativamente y luego crece hasta adquirir el volumen del gen original”. La segunda facultad de los genes, continúa Morgan, es la de provocar cambios en la actividad química y física del protoplasma. No obstante, esta tesis, reconoce Morgan, también “carece de una base de observación directa, pero reposa sobre deducciones lógicas de los resultados del análisis genético. Esta prueba genética muestra que cuando un gen sufre una mutación, sin perder su capacidad de autoperpetuarse, provoca cambios en el carácter del individuo resultante. El argumento, en realidad, está basado en una relación inversa entre el gen y el carácter o de una serie de caracteres, y luego, por el análisis, referimos este cambio del carácter a un cambio de gen. Pero lo importante es que el cambio puede ser analíticamente referido a un punto particular o locus de uno de los cromosomas, es decir, a un solo gen. Admitido que el cambio de un carácter depende de alguna propiedad del nuevo gen, surge la cuestión de saber cómo el nuevo gen produce su efecto sobre el protoplasma celular, pues es en el protoplasma donde el carácter se manifiesta”. Más adelante Morgan sigue tambaleándose en la cuerda floja: “Es posible pensar que el efecto puede ser debido a alguna acción dinámica del gen sobre el protoplasma circundante. Esta posibilidad no puede hasta el presente ser demostrada ni rechazada, pero, como la mayor parte de los cambios celulares son de naturaleza química, parece plausible aceptar que los genes ponen en libertad alguna sustancia química -quizá un catalizador- que provoca ciertos cambios químicos en el protoplasma” (612). En suma, muchos argumentos y ningún apoyo fáctico; en Morgan, las conjeturas, posibilidades y “deducciones lógicas” se encadenaban una tras otra. Sin embargo, el tiempo, la historia de la ciencia, volvería a demostrar que una mala teoría siempre es susceptible de empeorar; los seguidores de Morgan dejarían de lado sus reservas, preocupaciones y circunloquios teóricos. Las hipótesis del gen debía convertirse en la tesis del gen.

Los mendelistas seguían reconociendo su vacuidad empírica en una fecha tan tardía como 1951 en una cita de Sinnott, Dunn y Dobzhansky que merece la pena recordar porque ilustra bien claramente el verdadero trasfondo del estado de la genética en aquel momento: “Conviene hacer resaltar que no

estamos seguros de la existencia de genes porque los hayamos visto o analizado químicamente (hasta ahora la genética no ha conseguido hacer ninguna de estas dos cosas) sino porque las leyes de Mendel sólo pueden interpretarse satisfactoriamente admitiendo que existen los genes" (613). Fue un arrebato de sinceridad poco frecuente en los mendelistas que no se ha vuelto a repetir, pero conducía a un flagrante círculo vicioso: las leyes de Mendel se demuestran por la existencia de los genes y, a su vez, la existencia de los genes por las leyes de Mendel. El concepto de gen se introduce por las necesidades explicativas de la síntesis neodarwinista y no tiene sentido fuera de ella. Como dice Ruse: "Hoy en día ningún genetista mendeliano duda que existan los genes" (614). Se trata de exactamente de eso: de las reverencias de los mendelianos por los genes, y no de otra cosa. La suerte de los genes y del mendelismo corren parejas. Forman una teoría que se apoya en una hipótesis y una hipótesis que se apoya en una teoría, es decir, un castillo de naipes.

A la cuestión se le podría, pues, dar una vuelta de tuerca empezando a plantearla desde el punto de vista de las "leyes" de Mendel, respecto de las cuales el propio Mayr acabó reconociendo lo siguiente: "Las 'leyes' de Mendel tuvieron una utilidad didáctica en el primer periodo del mendelismo, que ya no tienen en la actualidad: han sido reemplazadas por otras" (615). Procediendo de un portavoz cualificado como Mayr, es un reconocimiento muy importante que sería bueno desarrollar con algo más de detenimiento para averiguar qué otras "leyes" han sustituido a aquellas viejas de Mendel que sólo tuvieron una "utilidad didáctica". Dado que los conceptos tienen un carácter práctico y contextual, es decir, que se forman y evolucionan con su uso dentro de un conjunto teórico de inferencias y argumentaciones, hubiera sido imprescindible que Mayr explicara cuáles son las nuevas "leyes" para saber cómo se insertan los genes en ellas, es decir, si el concepto de gen sigue siendo necesario y si se mantiene inalterado dentro del nuevo contexto teórico de la biología molecular. No hay ninguna respuesta a esas dudas. Sin embargo, cualquiera que fuera la respuesta, lo cierto es que el estatuto epistemológico del gen no se puede deducir sólo de la elección de definiciones retóricas o verbales que la teoría sintética ha propuesto sucesivamente sino de la propia práctica científica que ha desplegado, esto es, del uso del concepto gen en su contexto de inferencias, su funcionalidad dentro de la teoría sintética, es decir, la manera en que un concepto falso se articula dentro de una teoría también falsa, definida por varios rasgos característicos:

— el genoma se compone de genes
— su origen: los genes proceden verticalmente de los ancestros
— la estabilidad: el gen no cambia ni cualitativa ni cuantitativamente (el valor C), salvo mutaciones excepcionales
— el culto a la pureza, a lo incestuoso y endogámico, lo único que tiene un carácter definitorio de lo propio frente a lo ajeno o ambiental, que es infeccioso, parasitario o pernicioso
— la autosuficiencia: los genes son unidades determinantes pero no determinadas por nada ajeno a ellos mismos
— la funcionalidad: la tarea de los genes es la de fabricar proteínas; a cada gen le corresponde una proteína y a la inversa

El concepto de gen, como otros en biología, es panglósico, lo mismo que el de "selección natural". Lo explica todo, o lo que es lo mismo: no explica nada. En una entrevista concedida a la revista "El Basilisco" Ayala decía que había 27 definiciones diferentes de lo que es un gen (616). Si la lingüística dijera que hay 27 definiciones distintas de lo que es una metonimia o la física que hay 27 definiciones de lo que es la energía cinética, dudaríamos seriamente de su carácter científico. Lo significativo no es que una ciencia pueda proporcionar un número tan abundante de definiciones para un mismo concepto. Incluso en el habla coloquial es difícil que el diccionario disponga de 27 acepciones distintas para una misma voz, siendo preocupante e insólito que en un lenguaje más preciso, como el científico, ello sea siquiera imaginable, teniendo en cuenta, además, no sólo que el concepto de gen desempeña un papel capital dentro de la disciplina, sino que esas definiciones son diferentes entre sí, e incluso contradictorias.

En lo que sigue me limitaré a exponer cuatro de esos conceptos distintos de lo que es un gen que

tienen relación con la manera en que se introdujo la hipótesis dentro de la biología y su crisis posterior: el gen como una unidad estructural o partícula, el gen como unidad funcional, el gen como unidad de mutación y el gen como unidad de recombinación. Estas definiciones tienen en común que el gen es una "unidad", es decir, una entidad biológica en sí misma capaz de reconducir una multiplicidad de fenómenos y explicarlos coherentemente. Una ciencia no tiene por qué centrar su investigación en torno a una única unidad nuclear de la realidad sino que, en función de sus necesidades epistemológicas, puede desarrollar varias unidades. No obstante, la teoría sintética pretendió imponer el gen como única unidad de la genética, excluyendo de la misma al genoma, es decir, que consideró que el genoma carecía de entidad propia, reduciéndolo a una mera colección o suma de genes.

Inicialmente, hacia 1900, De Vries utilizó la voz "pangen" en el mismo contexto en el que Darwin desarrolló su teoría de la pangénesis, hoy descartada. Si se examina su teoría de las mutaciones se observa que nada tenía que ver con genes sino con los cambios en el número de cromosomas, lo que los botánicos llaman poliploidía. Después apareció la definición que dio Johannsen, el inventor de la palabra, que nada tenía que ver con la anterior: "El gen se debe utilizar como una especie de unidad de cálculo. De ninguna manera tenemos derecho a definir el gen como una unidad morfológica en el sentido de las gémulas de Darwin o de las bioforas, de los determinantes u otras concepciones morfológicas especulativas de esa especie" (617). Ahora ya nadie sostiene que los genes son conceptos estadísticos. También se descartó este concepto, por lo que del contexto teórico en el que se gestó la palabra "gen" sólo quedó eso, la palabra, para la cual hubo que seguir buscando definiciones, imponiéndose precisamente lo que Johannsen pretendía evitar: una definición morfológica. El gen se definió como una partícula determinante de la herencia, o peor, de un solo rasgo hereditario. Era una hipótesis construída sobre el modelo atómico de la física y al mismo tiempo que ese modelo se desarrollaba, dando lugar al nacimiento de la mecánica cuántica. El gen era una especie de átomo y su mutación consistía en la sustitución de un átomo por otro distinto. Las tentaciones en esa línea abundaban. En la primera mitad del siglo XX era muy común relacionar -e incluso confundir- a los genes con virus que se acababan de descubrir por aquella misma época. Lo mismo que los átomos o los virus, los mendelistas imaginaron que los genes eran unidades indivisibles, una especie de seres con entidad por sí mismos, una molécula (618). El tamaño de los virus oscila entre los 0,03 micras del virus de la fiebre aftosa a los poxvirus, que miden diez veces más: 0,3 micras. Como los virus, los genes también eran partículas físicas de las que se podrían calcular sus dimensiones, peso y volumen. Ahora la moda ha pasado pero en la primera mitad del siglo anterior era frecuente que los mendelistas hicieran cálculos sobre el tamaño de los genes que hoy nadie se atrevería. Así Morgan aseguraba que existían "cientos" de genes en cada cromosoma, cada uno de los cuales estaba fuera del alcance del microscopio, porque no eran más pequeños que algunas de las moléculas orgánicas más grandes (619). Según Muller un cromosoma era un cilindro que encerraba el material genético con un volumen de 2 micras y 0,25 micras de diámetro, mientras que el gen era una esfera con un diámetro inferior a 0,25 micras. Por su parte, Watson calculó que un gen debía tener un peso molecular del orden del millón, es decir, que estaría formado por 1.500 nucleótidos, lo que correspondería a un polipéptido de 500 aminoácidos (620). En los años setenta Luria decía que "cabía esperar" que los genes tuvieran una estructura unidimensional (lineal) o quizá bidimensional porque sólo de esa manera podían servir como patrones para obtener nuevas copias (621). Schrödinger sostenía que la "fibra cromosómica", a la que calificaba como "portador universal de la vida", era un cristal aperiódico. Enumeraba varios métodos de estimación del tamaño de los genes. Uno de ellos consistía en dividir la longitud media del cromosoma por el número de características que determina y multiplicarla por la sección transversal. Refería investigaciones que calculaban el volumen de un gen como un cubo de 0,03 micras (300 angstrom) de arista. Luego afirmaba "con toda seguridad" que un gen no contiene más que un millón o unos pocos millones de átomos, aunque posteriormente reducía el tamaño: sólo cabrían unos 1.000 átomos y posiblemente menos (623). Este tipo de fantasías ya no son tan frecuentes.

Con las mutaciones los interrogantes no sólo no acababan sino que se multiplicaban exponencialmente: no sabemos lo que es un gen, pero ¿qué es una mutación? Y sobre todo ¿cómo saber lo que es una mutación si no sabemos qué es lo que muta? ¿Es posible llegar a saber siquiera lo que es la mutación de un gen sin saber lo que es un gen? El concepto de gen como unidad de mutación (mutón) significa exactamente eso: que lo que muta es un gen, que aparece un gen nuevo o que se modifica la composición bioquímica de otro ya existente, permaneciendo idénticos los genes vecinos. Se trata, pues, de un concepto derivado de su noción corpuscular. Con las mutaciones sucede lo mismo que con los genes: cuando De Vries introduce el concepto de mutación no se refiere a los genes sino a los cromosomas. Se trata de un fenómeno corriente en botánica: la poliploidía o aparición de nuevos cromosomas en cantidades múltiples de los anteriores. Sin embargo, no es ese el significado con el que ha perdurado. Del concepto original no ha vuelto a quedar más que el vocablo. Al ignorarlo todo respecto a los genes hubo que añadir otro componente enigmático suplementario, el de "mutación aleatoria", que no es más que un reconocimiento casi explícito de ese desconocimiento. Los experimentos con radiaciones ionizantes de Timofeiev-Ressovski y Delbrück en Berlín trataban de demostrar que se podía alterar un gen aplicando radiaciones, para lo cual desarrollaron la "teoría de la diana", es decir, la probabilidad de acertar lanzando una radiación contra una determinada partícula. Era una especie de acupuntura radiactiva. La teoría deriva de la *magischen Kuger* (bala mágica), elaborada por Paul Ehrlich en 1909 para denominar al fármaco capaz de eliminar selectivamente a los microbios sin efectos secundarios para el organismo anfitrión (463b). Es una expresión que aún se utiliza muy frecuentemente en farmacia y medicina para buscar el remedio que ataque la enfermedad sin dañar al enfermo. Timofeiev-Ressovski y Delbrück creían que se podría alcanzar a un gen, dejando intactos a los demás, demostrando así experimentalmente, según expresión de Timofeiev-Ressovski, la composición "monomolecular" del gen.

Las balas mágicas nunca aparecieron pero, curiosamente, por aquellas mismas fechas, se descubría que el ADN citoplasmático sí se componía de partículas que se habían podido observar al microscopio. Por ejemplo, Sonneborn había calculado que las partículas *kappa* medían 0,4 micras de diámetro aproximadamente y estaban envueltas en una membrana. Nada de esto podían decir los mendelistas de sus genes. Es otra de esas absurdas paradojas de la historia de la genética: en la herencia citoplasmática sí se podía hablar de genes como de unidades constitutivas de la misma, físicamente observables; el problema estaba en que a la genética mendelista no le interesaba ese tipo de herencia, entre otros motivos porque no respondía a las "leyes" de Mendel.

Hasta 1944 se pensaba que los genes estaban en los cromosomas pero no en qué parte de ellos o, mejor dicho, si su función transportadora la cumplían los ácidos nucleicos o las proteínas. Incluso casi todos optaban por relacionarlos con las proteínas. No se sabía, por tanto, algo tan trascendente como su constitución bioquímica, de qué material estaban formados. El descubrimiento de la vinculación de los genes al ADN en lugar de a las proteínas fue un choque tan grande que no resultó fácilmente aceptado, hasta que volvió a comprobarse en 1952. No obstante, nadie fue capaz de replantear el concepto de gen; se saltó al otro extremo, se impuso el dogma central y las proteínas vieron rebajada su importancia epistemológica: las proteínas no eran genes sino producto de los genes.

Como los genes, las leyes de Mendel también se desmoronaron una tras otra, pero eso no condujo a un replanteamiento de los fundamentos de la teoría sino al remiendo de la misma: no se trataba exactamente de la falta de validez empírica de tales leyes sino de excepciones a las mismas. No obstante, llegó un momento en el que las excepciones se acumularon y fueron más numerosas que las reglas. A medida que se observaban excepciones los mendelistas tuvieron que inventar sobre la marcha nuevas variantes de genes y de funcionamiento de los genes, lo cual no era difícil porque se iban elaborando hipótesis sobre hipótesis. El artificio era más que evidente y aparece con meridiana claridad en el manual de Sinnott, Dunn y Dobzhansky, verdadera obra de referencia en su momento (incluso en la URSS, donde era el libro de texto utilizado en la enseñanza) cuando alude a aquellos casos en que no aparecían las leyes previstas. En tales casos una argumentación característica

presentaba este curioso aspecto:

> Aunque las leyes de Mendel de la segregación y la transmisión independiente se confirmaron inmediatamente después de su redescubrimiento en 1900, no estaba probado que estas leyes tuvieran que aplicarse universalmente a la herencia en todos los organismos. En efecto, parecía como si la herencia mendeliana constituyera más bien una excepción y que, en general, la herencia fuese del tipo mezclado, en que las herencias de ambos padres se mezclasen en los descendientes [...]
>
> No obstante pronto se vio que la mayor parte de las excepciones aparentes podían explicarse admitiendo que muchos caracteres estaban influidos por dos o más parejas de genes cuyas expresiones interactúan. Según las formas de la interacción, las proporciones fenotípicas se modifican de distintas maneras, pero las leyes fundamentales de la transmisión hereditaria siguen siendo las mismas (624).

Esto significa el siguiente modo de proceder "científico": ante el fallo de una hipótesis acerca de algo que se ignora, no había que cambiar de hipótesis sino aparentar que sabemos algo acerca de eso de lo que no sabemos nada. Así, los mendelistas no se conformaron con asegurar que había genes sino que inventaron también los poligenes para aquellos casos en que fallasen los anteriores. Ahora bien, los poligenes son lo mismo que los genes... sólo cambian un poco... Entonces los genes se servían a la carta: el menú dependía de las necesidades que hubiera que cubrir. Más en concreto, los poligenes se inventaron para tapar los agujeros de los genes. La herencia poligénica se llama ahora "multifactorial" a causa de la "intervención casi constante de factores ambientales" (625).

Mayr comparó la concepción corpuscular del gen con una bolsa llena de bolas de colores, relatando así su fracaso:

> El procedimiento de la genética mendeliana clásica de estudiar cada locus de gene por separado y con independencia fue una simplificación necesaria para determinar las leyes de la herencia y conseguir una información básica sobre la fisiología del gene [...] El mendelismo permitía comparar los contenidos genéticos de una población con una bolsa llena de bolas de colores. La mutación era el cambio de un tipo de bola por otra. Esta conceptualización se ha designado como 'genética de la bolsa de bolas'. Estamos familiarizados con los conceptos atomistas de tal periodo [...]
>
> La genética poblacional y la genética del desarrollo han mostrado que pensar en términos de la genética de la bolsa de bolas conduce muchas veces a graves errores. Considerar los genes como unidades independientes carece de sentido, tanto desde el punto de vista fisiológico como evolutivo. Los genes no sólo actúan (con respecto a ciertos aspectos del fenotipo) sino que interactúan [...] Esta interacción se ha descrito de una forma obviamente exagerada, por la aseveración: cada uno de los caracteres de un organismo está afectado por todos los genes y cada gene afecta a todos los caracteres. El resultado es una integración funcional íntimamente entretejida de todo el genotipo (626).

El descubrimiento de la doble hélice en 1953 demostró que en cada cromosoma el ADN es una molécula única y aunque se componía de unidades más pequeñas, éstas no eran precisamente genes. Se trataba de la más contundente demostración de la falsedad de la naturaleza corpuscular del gen, pero se reinterpretó de la manera más conveniente para la teoría sintética, produciéndose esa asociación característica entre los genes y el ADN que llega hasta la actualidad. Incluso pareció que la doble hélice confirmaba la hipótesis del gen. Una teoría no podía subsistir con dudas indefinidamente, de modo que en lugar de acabar con la teoría había que acabar con las dudas. Los mendelistas ya podían hablar de la tesis del gen. Una teoría tuerta se transformó en una teoría ciega.

En el siglo XIX la tendencia dominante en biología suponía que la materia viva, a diferencia de la inerte, era un coloide de partículas bastante grandes dispersas en agua. Cuando en 1893 Albrecht Kossel inició sus investigaciones acerca de los ácidos nucleicos introdujo la noción de *Baustein* o ladrillos, según la cual los gigantescos compuestos orgánicos, como los ácidos nucleicos, se componían de unidades más pequeñas que se repetían enlazadas entre sí por medio de enlaces químicos, entonces no bien conocidos aún. En el ADN Kossel no encontró genes sino un polímero, es decir, una larga cadena molecular cuyos eslabones elementales son los monómeros o nucleótidos que, a su vez, están formados por tres partes integrantes unidas entre sí:

a) un tipo de azúcar que Levene identificó (en 1909 la ribosa del ARN y en 1929 la desoxirribosa del ADN), también llamado pentosa porque adopta la forma de un pentágono en cuyos vértices hay cinco átomos de carbono; ocupa el centro de la molécula, sirviendo de bisagra con los otros dos componentes
b) un compuesto del fósforo, el ácido fosfórico, también denominado ortofosfórico, cuya fórmula química es H_3PO_4 que marca la condición ácida del ADN

c) una base nitrogenada cíclica, es decir, cuyos componentes (adenina, guanina, citosina y timina) se repiten siguiendo determinadas secuencias a lo largo de la molécula de ADN constituyendo el elemento diferencial: mientras la dexorribosa y el ácido fosfórico son siempre iguales, las bases nitrogenadas cambian de un nucleótido a otro.

Hasta mediados del siglo pasado la historia del ADN es ajena por completo a la hipótesi del gen, con la diferencia de que el ADN tenía el respaldo de una práctica científica y el gen sólo era una especulación teórica. Uno de los mayores químicos del siglo pasado, Proebus Aaron Levene (1869–1940), un ruso que trabajó en Estados Unidos, propuso la "hipótesis del tetranucleótido" según la cual las cuatro bases se repartían uniformemente en los ácidos nucleicos. En 1950 Chargaff demostró que esa hipótesis era errónea porque las proporciones de bases púricas (adenina y guanina) y pirimidínicas (citosina y timina) eran iguales, por lo que se cumplía la ecuación: A+G/C+T=1. Esto significaba que las bases se emparejaban, que la adenina se unía a la timina y la guanina a la citosina, es decir, las bases púricas (largas) con las pirimidínicas (cortas) en la forma A-T y G-C. Ahora bien, la ecuación A+T / G+C que define el coeficiente de Chargaff es poco homogéneo en el genoma de una misma especie, de tal modo que esa distribución desigual forma segmentos dentro del ADN denominados isocoras, en las que predominan o bien el par AT o bien el GC. Tampoco es homogéneo entre diferentes especies, lo cual se utiliza, especialmente entre bacterias, como factor de clasificación.

Ninguno de los integrantes del ADN es un gen por sí mismo, por su composición química, ni agrupados entre ellos. La división molecular del ADN, por consiguiente, no permite hablar de genes sino de átomos y de compuestos atómicos específicos, el más pequeño de los cuales es un nucleótido y que se diferencian entre sí según la base. El esclarecimiento de la estructura del ADN dio otro de esos giros vergonzantes a la genética. A partir de entonces se dejó de sostener que mutaban los genes para decir que mutaban las bases, sustituyéndose unas a otras. Por su forma, la molécula de ADN es una doble cadena cuyos ramales paralelos están unidos por las bases, a la manera de los peldaños de una escalera. Por consiguiente, las bases están unidas, por un lado, a las pentosas en uno de los ramales y, además, están unidas entre sí en los peldaños. De ahí que se hable de pares de bases, que se utiliza como unidad de medida de la longitud de la molécula de ADN y, a partir de ahí, como supuesta unidad de medida de la cantidad de información que puede albergar.

Si la teoría sintética pretendía equiparar la genética a la mecánica cuántica podía haber llevado sus pretensiones hasta el final. Hubiera podido asociar el gen a la "función de onda", es decir, no sólo a nociones discontinuas sino también a las continuas. Del mismo modo que el átomo es una partícula y una onda a la vez, el gen podría haberse desarrollado en torno a nociones como las de "campo" (electromagnético, gravitatorio), lo cual nos hubiera transmitido una batería de inferencias mucho más ricas que el esquema simplón de la teoría sintética. Por ejemplo, no se ofrecen explicaciones acerca de los motivos por los cuales un gen necesita miles de bases para su expresión, mientras que

otro sólo necesita cientos, es decir, las razones por las cuales un determinado gen ocupa mucho más "espacio" que otro dentro de la misma molécula de ADN.

El ocaso del dictador benévolo

El concepto de "información génica" también ha servido para acercar la genética a la física, proporcionando así una fachada de consistencia teórica. La noción de código genético fue impulsada por George Gamow inmediatamente después de proponer la estructura de doble hélice del ADN, con el añadido de que Gamow consideraba que el código genético es "secreto" (627). La guerra fría brotaba por los poros de la teoría sintética, equiparando a los genetistas con los espías: la apasionante tarea de ambos consiste en descifrar códigos secretos. Los genes "codifican" proteínas, dicen aún los manuales, es decir, que el "secreto" de las proteínas está en los genes. La genética no ha podido desligarse de ese lenguaje criptográfico heredado de la guerra fría que desvela las raíces (y subvenciones) militares que han sostenido a la teoría sintética.

El fundamento del código génico está en la concepción atómica de los genes, en los mapas génicos de los tiempos de Morgan y Sturvevant, en los genes como partículas alineadas en los cromosomas, uno de tras otro. Pronto nadie se acordó de que la hipótesis secuencial de Crick no era más que eso, otra hipótesis donde predominaba la linealidad, tanto del ADN como de las proteínas. Todo era lineal en la teoría sintética. Un gen era una secuencia lineal de bases de ADN. La especificidad del ADN radica en ese alineamiento secuencial de sus bases; esa secuencia de bases del ADN determina la secuencia de aminoácidos en las proteínas y, a su vez, esta última determina las estructuras subsiguientes de plegamiento tridimensional de la proteína. La arquitectura tridimensional de las proteínas está en función de la linealidad de la secuencia de aminoácidos. Por consiguiente cada gen codificaba linealmente una proteína. Por eso aún se utiliza el término "secuenciar" cuando se intenta averiguar la composición de nucleóticos de un genoma humano, quedando fuera del foco de interés cualquier componente del genoma que no sea la pura linealidad, su secuencia de bases. Sin embargo, aunque habitualmente no se tiene en cuenta, el ADN no siempre se presenta con la misma forma tridimensional: sus moléculas pueden formar cadenas dobles o sencillas, lineales o circulares. La configuración que en 1953 describieron Watson y Crick es sólo una de ellas, la que se denomina como ADN-B.

Lo mismo que los genes, la "información génica" (y expresiones parecidas que se utilizan habitualmente de manera alternativa o simultánea, tales como "programa" o "código") es una burda metáfora de una sociedad jerarquizada y dividida en clases. La teoría sintética lo ha explicado de maneras muy gráficas y muy variadas, pero coincidentes: el ADN manda y las proteínas obedecen. El ADN es, en expresión de Orgel, un "dictador benévolo": ordena lo que hay que hacer, imparte las instrucciones; las proteínas con componentes pasivos y sumisos. En las células ocurre como en la sociedad unos mandan y otros se resignan a la obediencia. Según un manual los genes son "semejantes al programa de una computadora: dicen qué cosas hay que hacer y el orden en que deben hacerse" (628). Son distintas variantes del viejo preformismo, según el cual todo está ya predeterminado y escrito en alguna parte. Si hay evolución no hay "código" y si hay "código" no puede haber evolución. Los "códigos" no evolucionan, constituyen otra referencia más a algo que no cambia, un guión establecido de una vez para siempre. Luria consigna así este carácter antievolucionista del "código":

> El hecho sorprendente es que el código, expuesto en el diagrama, es el mismo en todos los organismos, desde los virus a las bacterias y al hombre. Sería razonable esperar que en miles de millones de años los caracteres del código hubieran cambiado muchas veces, que algunos de los términos del diccionario que traduce el lenguaje del gen al lenguaje de las proteínas se hubiesen desarrollado en el sentido de una mayor perfección, pero no es el caso (629).

En otra obra Luria empeora su argumentación al reconocer que el código no es exactamente

universal sino “casi” (629b), ya que debe ser idéntico para cualquier especie en cualquier etapa de la evolución. Sin embargo, el “código” falla muchas veces en el ADN extracromosómico y en muchos microbios, en cuyo ADN aparecen bases calificadas a veces como “raras”, como la hipoxantina, dihidrouridina, pseudouridina o ribotimidina. Por consiguiente, hay más de cuatro bases en el ADN. Hay moléculas de ADN, por ejemplo la del fago PBSl, que se componen de uracilo, los fagos T2, T4 y T6 tienen hidroximetil citosina, etc. Incluso en un mismo organismo el “código” es ambiguo, es decir, que en unas ocasiones elabora determinados aminoácidos y en otras ocasiones otros. Por ejemplo, casi todos los organismos las bases UGA elaboran el aminoácido cisteína, excepto en el protozoo *Euplotes crassus*, en el que, además, fabrica también selenocisteína. En *Escherichia coli* las bases UGA elaboran selenocisteína en unas ocasiones y en otras es una señal de parada. En otros casos el “código” es redundante, es decir, el ADN tiene múltiples posibilidades de elaborar un mismo aminoácido mediantes distintas combinaciones de bases.

No hay un único código genético sino 17 códigos genéticos distintos. Por consiguiente, no hay nada más ajeno a un código que el denominado código genético. El intento de descifrar “el” código genético de los seres humanos destapó las consecuencias de esa concepción errónea, con los sucesivos anuncios de que, por fín se había completado, seguidos por otros tantos desmentidos. El genoma sobre el que trabajaron los secuenciadores procedía de varias personas distintas, hombres y mujeres de los cinco continentes. Aquella universalidad de los genomas fue lo que quebró el proyecto, al comprobar que los genomas de dos individuos eran mucho más diferentes de lo que se suponía al principio, lo que ha dado lugar a un nuevo concepto: el de “variaciones estructurales” del genoma, que afectan a más de 1.000 secuencias, concentradas en tres cromosomas. A su vez esto ha repercutido en el propio concepto de mutación. Hasta ahora la genética se atenía a la noción de mutación como cambio de un solo nucleótido del genoma, cuando las observaciones indican, por un lado, cambios en tramos enteros del mismo y, por el otro, cambios en la manera en la que se ensamblan los nucleótidos. Habían buscado un patrón, una universalidad que no existe; no hay un único genoma de referencia para el conjunto de la humanidad. El genoma no necesita mutar para ser diferente.

Las extrapolaciones mecánicas de las que procede la terminología genómica siempre juegan malas pasadas. La noción de los genes como “programa” se acercaba peligrosamente al denostado finalismo, aunque algunos como Monod se apresuraron a declarar que en el “programa” no hay finalidad alguna; para huir del mecanicismo otros autores, como Atlan, prefieren hablar de “memoria” en lugar de “programa” (629c). Pero la memoria es una facultad de los organismos vivos de muy difícil concreción en biología y, desde luego, no se ciñe al hombre ni a las facultades intelectuales sino a otros mecanismos, como el sistema inmunitario. De cualquier manera, parece que por esta vía la teoría sintética retorna a la definición original de Johannsen, a los genes como “unidad de cálculo”, un recuerdo indirecto de su pretendida naturaleza inmaterial. Como el alma, la información es algo deletéreo que trasciende a una molécula material como el ADN.

Alternativa o simultáneamente otras veces lo que dicen los manuales es que el ADN no es exactamente información sino el almacén donde se recopila esa información, un especie de libro, una biblioteca, un manual de instrucciones u otra imagen gráfica equivalente que, en defintiva, transmiten una noción pasiva y mecánica. La molécula de ADN no es un disco duro, ni un CD, ni un *pen drive*. Si eso fuera así, habría que preguntar quién -o qué- ha depositado allá esa información, quién ha escrito ese libro o formado esa biblioteca. La teoría de la información de Shannon de donde procede este paralelismo plantea a la genética tres problemas distintos:

a) analiza la información desde el punto de vista del signo, no del significado
b) no es una teoría de la información sino de la medida de la información, de la “cantidad de información”
c) tampoco estudia la creación de la información sino su transmisión

En cuanto al primer punto, que es el fundamental, hay que tener en cuenta que el concepto de “información” que emplea Shannon no tiene nada que ver con la “información” génica (630). La

cibernética es una teoría matemática formal; desde su punto de vista es indiferente que la secuencia de bases sea GTT o TGT porque no tiene nada que ver con la semántica (631), algo que en genética es decisivo. No obstante, también es preciso apuntar que el término “señal” se utiliza cada vez más en genética, en citología, en inmunología y en otras disciplinas próximas, lo que atestigua que se va introduciendo el carácter reactivo del genoma con un claro componente semiológico: no sería el lugar donde se lee sino el lector.

Con la información génica ha sucedido lo mismo que con la encefalización en la evolución del hombre. Una proyección puramente ideológica radica en el intelecto -y por tanto en el cerebro- la especificidad humana; a partir de ahí creyó que el aumento de la capacidad intelectual -y por tanto del tamaño físico del cerebro- era lo que singularizaba la evolución del hombre. Pero esa cadena de argumentos es errónea: el hombre no es intelecto y un intelecto más desarrollado no significa una mayor masa cerebral. Del mismo modo, más cromosomas, cromosomas más largos o moléculas más largas de ADN no significan más información génica o mayor capacidad de almacenamiento. Es absolutamente infundado sostener, como hace Maynard Smith, que los genes transportan la información precisamente “en forma digital” y que el genoma tiene 10^{19} bits de información (632). Las imágenes físicas e informáticas son engañosas porque conducen a concebir la información y los programas informáticos como información o programas digitales o digitalizados, en ningún caso analógicos; ya no asociamos la información al disco de vinilo o a la tarjeta perforada. En relación a la ecología Deléage ha remarcado los riesgos de esta equiparación:

> Cuando los ingenieros de los Laboratorios Bell pusieron en marcha la teoría de la información, buscaban analizar el funcionamiento de las redes complejas a través de las cuales se desliza la información. Cuando los ecologistas retoman por su parte la medida de la información de Shannon, no se ciñen a adoptar una descripción de la diversidad de especies de la biocenosis, cómoda porque permite incluir en la misma fórmula el número y la abundancia o escasez de estas últimas. Al mismo tiempo plantean una analogía seductora pero arriesgada. En efecto, la teoría de la transmisión de la información da una medida de la diversidad de canales de transmisión y de la estabilidad que pueden garantizar a la transmisión de las señales. Transpasar esta relación al mundo vivo significa asociar la estabilidad de los ecosistemas a su diversidad a menudo confundida con su complejidad, imaginando intuitivamente que si una especie desaparece de un ecosistema complejo, inmediatamente otro puede tomar su lugar, ocupar su nicho. Según Paul Colinvaux, este razonamiento presenta una falla mayor. Por un lado, la teoría de la información afirma que las redes son tanto más estables en cuanto que sus nudos son capaces de abrir canales de sustitución abundantes. Por otro lado, las cosas suceden de otra manera en las redes tróficas. Los animales y las plantas que constituyen los nudos de esas redes no se comportan como los canales de una red telefónica, más bien al contrario. Se utilizan para bloquear la circulación del nutriente, haciendo lo que pueden por guardarla e impedir a sus concurrentes apoderarse de ella. ‘Los verdaderos individuos, escribe Colinvaux, son de hecho barreras en las rutas que frenan la circulación de los nutrientes. Y éste es el punto que hace el modelo no solamente irreal sino absurdo’ (633).

Cualquiera que sea el vínculo del ADN con la información, el código o el programa, no es algo que pueda definir con propiedad a los genes porque, según comienzan a defender ahora determinados investigadores, las moléculas se pueden clasificar entre las que que portan “información” (proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos) y las que no lo hacen (lípidos, polisacáridos) (634), mientras que otros sostienen que los azúcares también son capaces de “transmitir información” (635). Hay proteínas, como los priones, que pueden desempeñar esa misma función. Parece ser que los priones “transmiten información” heredable que ha tenido un papel esencial en la formación de la memoria a largo plazo, la memoria de la transcripción y de los patrones de expresión del genoma. La capacidad de almacenamiento de memoria así como su fiabilidad se basa en que los priones tienen

una resistencia notable a las proteasas, las enzimas encargadas de destruir las proteínas. Además, el prión también es resistente a las radiaciones ionizantes, al calor, siendo capaz de mantenerse estable en una amplia variedad de medios hostiles. Por ello, mientras la forma normal de la proteína entra dentro del ciclo metabólico normal, el prión no se destruye. A partir de este descubrimiento, varios autores sostienen que los priones crean una memoria molecular citoplasmática capaz de "transmitir información" con independencia del ADN, puesto que se auto-replican. Incluso el finlandés C.P.J.Maury ha lanzado una nueva hipótesis, que denomina como "herencia de la información adquirida" que se basa no sólo en los priones sino en las proteínas amiloides funcionales, es decir, en todas aquellas configuradas con pliegues de tipo β (636).

El concepto de información hizo entrar a la teoría sintética en contradicción consigo misma, lo que se puso de manifiesto con la denominada "paradoja del valor C", en donde C es la cantidad de ADN por gameto o célula haploide. En 1948 Roger y Colette Vendrely advirtieron que para cada especie la cantidad de ADN es constante o característica. Dos años después Hewson Swift denominó como valor C a esa constante. Lo que cabía esperar es que dado el ingente número de proteínas que deben elaborar los organismos más complejos en comparación con los que no lo son tanto, tuvieran un número mayor de genes y, por consiguiente, que su genoma fuera mayor, que tuviera mayor capacidad de almacenamiento de información o un valor C más elevado que los más simples. Si la información génica tuviera un significado exclusivamente físico, representado por la sucesión ordenada de las bases, una mayor cantidad de información necesitaría más bases y, por consiguiente, más genes, moléculas de ADN más largas o más moléculas de ADN, es decir, más cromosomas. ¿Cuántos genes tienen los seres vivos? Por ejemplo: ¿cuántos genes tiene un ser humano?

Estas preguntas pudieron tener respuesta a finales del siglo pasado... pero se quedaron sin responder, a pesar de que las expectativas creadas en torno a la secuenciación del genoma fueron exageradas hasta el paroxismo. La secuenciación del genoma era el punto final del análisis que lo iba a permitir explicar todo, especialmente las enfermedades. Según Schrödinger "podemos estar acercándonos al fin de una callejón sin salida, quizá hayamos llegado ya" (637). Por su parte, Walter Gilbert afirmó con entusiasmo que "la secuencia completa del genoma humano constituye el Santo Grial de la Genética Humana". Cuando se le concedió el premio Nobel repitió que "las secuencias del DNA son las estructuras definitivas de la Biología Molecular. No hay nada más primitivo. Las preguntas se formulan allí en último término" (638). Fue un espejismo de los mendelistas, que corrían detrás de una ilusión sobre la que habían proyectado sus fantasías ideológicas. De ahí sólo podían surgir frustraciones.

En diciembre de 1998 se secuenció el genoma de *Escherichia coli*, una minúscula lombriz intestinal o bacilo del colon: tenía 19.098 genes. La lombriz intestinal está formada por 959 células, de las cuales 302 son neuronas cerebrales. Los humanos tienen 100 billones de células en su cuerpo, incluidas 100.000 millones de células cerebrales. Por lo tanto, un organismo más grande y complejo, como el ser humano, debía tener muchos más genes. Algunos calcularon que 750.000 era un número razonable, pero pronto empezaron a bajar la cifra. Randy Scott pronosticó en septiembre de 1999 que el hombre tendría exactamente 142.634 genes. Para descifrar el genoma humano se formaron dos equipos. Uno de ellos, dirigido por Craig Venter, encontró 26.383 genes codificadores de proteínas y otros 12.731 genes "hipotéticos" (sic). El otro equipo dijo que existen aproximadamente 35.000 genes, aunque posiblemente la cifra podía acercarse a 40.000. Por tanto, aunque se había secuenciado el genoma los datos no cuadraban; en realidad, no había tales datos. A pesar de la secuenciación del genoma humano, el mapa del tesoro, no sabemos ni siquiera cuántos genes tenemos. El baile de cifras acerca del número de genes humanos no ha cesado. Lo peor de toda esta patraña es que sólo tenemos el doble de genes que una lombriz intestinal. Por consiguiente, parece de sentido común concluir que lo que diferencia a un hombre de un gusano no son los genes precisamente.

Volvió a suceder todo lo contrario de lo que los mendelistas tenían previsto. En 1971 C.A.Thomas calificó como "paradoja" la falta de correlación entre la cantidad de ADN y la complejidad del

organismo que lo contiene. La teoría sintética no podía explicar los motivos por los cuales la cantidad de ADN no aumenta con la complejidad del organismo, ni tampoco los motivos por los cuales organismos cercanos con el mismo nivel de complejidad poseen genomas cuyo contenido de ADN difiere en muchos órdenes de magnitud. La paradoja del valor C no se circunscribe al aspecto de la complejidad del organismo sino al propio genoma, al aspecto cuantitativo. Los genomas de los organismos eucariotas, los más evolucionados, contienen más ADN del necesario para un número determinado de genes, es decir, de la "información génica" que necesitan. Además, sólo una parte del genoma está activo en cada fase de desarrollo. Por consiguiente, la mayor parte del genoma (en proporciones superiores al 99 por ciento del ADN) no son genes, no se materializan en la elaboración de proteínas. A fecha de hoy la función precisa de este ADN excedentario resulta desconocido, pero no por ignorancia sino por una quiebra de los postulados sobre los que se ha edificado la genética mendelista. Lo que sabemos es que en el ADN existen secuencias repetidas, que conservamos duplicados de "la misma" información que derrochan gran parte del "espacio" que podríamos utilizar para aumentar nuestra capacidad de almacenamiento.

Un número tan insignificante de genes no puede rendir cuenta ni siquiera del número de anticuerpos que necesita fabricar un organismo a lo largo de su vida para defenderse de las agresiones exógenas. Un anticuerpo sólo es necesario producirlo cuando se produce el ataque, por lo que si hubiera secuencias de ADN que sólo sirven para ese tipo de tareas, las moléculas deberían prolongarse hasta longitudes casi infinitas. La explicación es -una vez más- que el funcionamiento de las secuencias de ADN es dinámico, tanto discreto como continuo, digital como analógico, es decir, que no existe esa supuesta "unidad de la herencia" de que ha venido hablando la teoría sintética desde 1900. Pero eso es insuficiente si, al mismo tiempo, no se retorna al estado de la genética previo a 1944, cuando se asoció la herencia al ADN exclusivamente. Tenían razón quienes pensaban que el ADN era una molécula demasiado simple y que la herencia necesitaba también, entre otras cosas, de el ARN y de las proteínas, es decir, del resto del cuerpo.

Los genes no son autosuficientes. Sin embargo, el paralelismo del gen con el átomo (con una concepción reducccionista del átomo) fue tan estrecho que los mendelistas creyeron que el gen nunca perdía su identidad. Un átomo de sodio siempre es igual a sí mismo, no cambia nunca por más que unido a otro de cloro forme una molécula distinta, la sal común (cloruro de sodio). Una vez censurada la teoría de los fluidos era fácil concluir que el gen, como cualquier otro sólido, no se diluye, no se mezcla y, además, tiene capacidad de replicación y expresión autónomas. La unidad supone autosuficiencia, es decir, contar con todos aquellos componentes que son imprescindibles para reproducirse por sí mismos y cumplir su función, a saber, determinar la elaboración de proteínas de manera también autónoma. Lo que hay que demostrar, por consiguiente, es si tanto la reproducción como la expresión son autónomas.

Así lo creían Watson y Crick en el artículo publicado el 25 de abril de 1953 en el que proponían la estrutura de doble hélice del ADN: "No se nos ha escapado que el apareamiento específico que hemos postulado sugiere de inmediato la existencia de un posible mecanismo de copiado del material genético". El ADN se autorreplicaba a sí mismo abriéndose la doble hélice como una especie de cremallera, según confirmaron ambos con más claridad el 30 de mayo en otro artículo en el mismo medio: "La operación exacta de un material genético como ese es realizar una copia exacta". La alegría sólo duró tres años. En 1956 Arthur Kornberg descubrió una enzima, la polimerasa, que es imprescindible para la duplicación del ADN: la polimerasa es, pues, una proteína que fabrica ADN. El ADN no puede cumplir su función por sí mismo de manera autosuficiente, necesita de las proteínas a las que está asociado en los cromosomas. Ambos componentes, el ADN y las proteínas interaccionan continuamente, lo mismo que con el ARN. Las proteínas cromosómicas cumplen dos funciones priomordiales: mantienen la estructura molecular del ADN y activan y desactivan el funcionamiento de sus secuencias (639). La polimerasa también se encarga de la reparación del ADN asociada a la replicación. El ADN no puede desempeñar su función ni reproducirse sin una enzima como la polimerasa. Sin ella es una molécula muerta. Es la que preserva su estructura, la repara y corrige sus defectos de funcionamiento. El ADN también requiere

el concurso de los tres tipos de ARN. Pero no se trata sólo de que el ADN necesite el auxilio de otros componentes bioquímicos para su funcionamiento, sino de que la expresión de la información genómica está siempre sujeta a influencias externas al propio ADN, de que el genoma es un regulador regulado, causa y efecto a la vez.

Los genes indivisibles se dividen. La fragilidad del ADN es tan grande que lo más frecuente es que la molécula se rompa para volver a juntarse posteriormente. Como observó Janssens, en el proceso de división celular los cromosomas homólogos se unen entre sí en unos puntos llamados "quiasmas", a causa de la apariencia de aspa que adoptan, similar a la letra griega χ (*khi*), en donde se aprecia uno (o varios) puntos de unión por los que se rompen para reunificarse de forma tal que saltan de un cromosoma a su par homólogo. Luego la reproducción genética supone su división, que se produce tanto a lo largo como a lo ancho de la molécula de ADN. Pero las recomposiciones de la molécula de ADN no se limitan sólo al momento de la división celular. Como ya he expuesto, Barbara McClintock demostró que las secuencias de ADN, llamadas hoy transposones, son móviles (640), que se desplazan de un lugar a otro del genoma. Esa movilidad es una reacción del genoma ante determinados factores ambientales. En su nueva ubicación el transposón modifica el ADN de sus inmediaciones, rompiendo la secuencia molecular o haciendo que desaparezca del todo. En ocasiones, el desplazamiento provoca una nueva soldadura en la secuencia originaria de la que procede el fragmento, lo que ocasiona disfunciones por partida doble. El denominado *splicing* o empalme alternativo es otro ejemplo de ruptura y recomposición de las moléculas de ácido nucleico que demuestra la equivocación de la hipótesis secuencial de Crick. En las especies superiores las secuencias de ADN que elaboran proteínas (exones) no se encuentran una detrás de la otra sino separadas por regiones que no desempeñan esa función (intrones). Al transcribir la información génica, el ARN elimina los intrones y tiene que volver a empalmar de nuevo los exones. No siempre ese empalme coincide exactamente y, por lo tanto, la producción resultante diferirá en cada caso (641). En fin, actualmente la ruptura y posterior unión de las moléculas de ADN se ha convertido en una práctica rutinaria de laboratorio.

Los genes tampoco están alineados a lo largo de la molécula de ADN, en fila unos detrás de otros. No acaba un gen en un determinado punto (un nucléotido) y empieza otro en el siguiente sino que las diferentes secuencias se superponen unas con otras, por lo que en ocasiones se habla del solapamiento de los genes y de la existencia de "un gen dentro de otro gen" (642). Sanger confirmó el solapamiento de los genes en 1977 cuando observó que el virus Φ174 posee una misma secuencia de ADN que elabora dos proteínas distintas. El virus SV40 también fabrica cinco proteínas diferentes con sólo dos secuencias de su ADN. Este fenómeno explica el pequeño tamaño de los genomas en comparación con las funciones que son capaces de desempeñar. Todo esto contradice las leyes de Mendel, significa que la herencia sí se mezcla y que el gen no es ninguna partícula y, por consiguiente, que la herencia no es un fenómeno discreto sino continuo y discreto a la vez.

La cartografía génica, los mapas que los mendelistas creyeron observar en los cromosomas, fueron una influencia tardía de la frenología del siglo XIX y debe correr la misma suerte que ella. El gigantesco tamaño de una sola molécula de ADN hubiera debido resultar suficiente para llegar a una concepción más ajustada de su funcionamiento, de no ser por la interposición distorsionadora de un erróneo punto de partida. Incluso aunque podamos desembarazarnos de "todo lo demás", del ARN, de las proteínas, de la distribución del ADN en diferentes cromosomas, etc., tres mil millones de bases hubieran debido mover a la reflexión: ¿cómo se organizan esas bases? ¿Cómo se distribuyen a lo largo de la molécula? Pero la propia formulación de la pregunta ya echaba por tierra la concepción aleatoria de la teoría sintética. Del mismo modo que el cerebro no sólo ha aumentado de tamaño sino que se ha reorganizado, también cada molécula de ADN está ordenada de una determinada forma, de la cual la localización espacial es sólo una de ellas. La frenología no era un seudociencia sino que tenía un cierto fundamento porque el cerebro presenta áreas específicas en las que, como sostenía Pavlov (643), se localizan determinadas funciones. Lo mismo cabe decir de cada molécula de ADN, de manera que tan erróneo es subestimar la autonomía de sus diferentes secuencias, como incurrir en la teoría de la diana de Timofeiev-Ressovski o el bricolage

transgénico.

El fracaso de la concepción del gen como unidad hereditaria condujo a otro giro, pasando a redefinirlo de una manera funcional (644). Aunque cada molécula de ADN se puede fragmentar en secuencias que preservan cierta autonomía funcional cada una de ellas, se trata de comprobar, como decía Guyénot, si esos fragmentos diferenciables pueden calificarse de genes, es decir, de alguna forma de unidad indivisible. La respuesta es negativa. En 1925 Alfred Sturtevant, un discípulo de Morgan, comprobó el efecto de posición que tenían los genes dentro de los cromosomas, aunque se consideró excepcional hasta que los soviéticos Dubinin y Sidorov lo generalizaron en 1934, calificándolo de “vecindad genética”. El genoma es sinérgico, las secuencias de ADN no funcionan independientemente unas de otras y, por consiguiente, el efecto que producen no sólo depende de su composición bioquímica sino de su posición dentro de la molécula, de las demás secuencias que la rodean, entre otros múltiples factores. Cada secuencia de ADN es contextual, tiene expresiones diferentes según el lugar que ocupe dentro del genoma y, por consiguiente, no pueden ser consideradas como una unidad, no determinan por sí mismas su función sino que es necesario conocer su inserción dentro de la totalidad de la que forma parte. Las distintas secuencias de ADN operan como herramientas multiusos: por sí mismas no permiten deducir cuál es su función. Aun secuenciando un genoma completo no disponemos de información suficiente para saber cuáles son las proteínas que fabrican cada uno de sus fragmentos. Ni siquiera es posible concebir al cromosoma como esa unidad ya que muy probablemente los cromosomas también influyen unos sobre otros y probablemente también influye el número de cromosomas, la forma de cada uno de ellos, así como sus movimientos. Habrá que tener en cuenta el genoma completo para dotar de sentido a la dotación hereditaria, incluyendo en él al ARN, cuyas funciones -según se está demostrando- son cada vez más importantes. También habrá que incluir las mitocondrias y cloroplastos y plásmidos del citoplasma porque su replicación es autónoma, cuentan con su propio ADN, que codifica una serie de proteínas. Finalmente, aunque se alude al genoma en singular, cada genoma es tan diferente en cada especie y en cada individuo que el estudio de sus variaciones acabará convirtiéndose en una rama de la genética con sustantividad propia.

Las definiciones funcionales son erróneas en cualquiera de sus versiones sucesivas. Inicialmente los mendelistas afirmaron que la tarea de los genes consistía determinar la expresión de los rasgos característicos. En 1943 los experimentos de G.W.Beadle y E.L.Tatum remendaron esa tesis, sustituyéndola por otra que se expresó en el axioma “un gen, una proteína” que pretendía indicar que la función de cada gen consiste en controlar una reacción metabólica concreta. Cada gen dirige la elaboración de una proteína (o una enzima). La teoría sintética encajaba otro golpe sin inmutarse: bastaba poner proteína en lugar de carácter para que todo siguiera en su sitio y nadie hiciera preguntas. Pero no era así. Entre una proteína y un rasgo característico, como dice Mae Wan Ho, hay “un gran salto conceptual” que los mendelistas tampoco han explicado (645).

Los genes no elaboran proteínas. La gran cantidad de proteínas que se conocen están formadas por 20 aminoácidos diferentes y cada aminoácido lo elaboran una determinada secuencia de ADN compuesta por tres bases, denominados tripletes o codones. Como hay cuatro tipos distintos de ellas (A,G,U,C), hay 4^3, es decir, 64 combinaciones posibles de bases para elaborar sólo 20 aminoácidos. De ahí que el código se llame redundante o degenerado, porque hay varias combinaciones diferentes para elaborar un mismo aminoácido. No hay, pues, una relación biunívoca entre triples de bases y aminoácidos, como se observa gráficamente en el siguiente cuadro, según el cual hay más combinaciones de las necesarias para conservar la información genética:

aminoácido	triplete	aminoácido	triplete
alanina	GCU, GCC, GCA, GCG	leucina	UUA, UUG, CUU, CUC,
arginina	CGU, CGC, CGA, CGG,	lisina	CUA, CUG
asparagina	AGA, AGG	metionina	AAA, AAG
aspártico	AAU, AAC	fenilalanina	AUG

cisteína glicina glutamina glicina histidina isoleucina	GAU, GAC UGU, UGC CAA, CAG GAA, GAG GGU, GGC, GGA, GGG CAU, CAC AUU, AUC, AUA	prolina serina treonina triptófano tirosina valina	UUU, UUC CCU, CCC, CCA, CCG UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC ACU, ACC, ACA, ACG UGG UAU, UAC GUU, GUC, GUA, GUG
inicio	AUG	parada	UAG, UGA, UAA

El axioma "un gen, una proteína" tampoco duró mucho. Hay proteínas a cuya elaboración concurren varias secuencias de ADN simultáneamente, los poligenes a los que ya me he referido; y a la inversa, hay secuencias que pueden codificar proteínas distintas, fenómeno conocido como pleiotropía (646). Finalmente, hay genes cuya función no consiste en codificar proteínas sino en regular a otros genes (operones); los hay que anulan la expresión de otros, fenómeno conocido como epístasis, etc. Incluso una misma secuencia de ADN puede desempeñar funciones contradictorias. Para cumplir estas funciones el genoma debe debe ser capaz de interpretar y responder a múltiples señales externas. Por lo tanto, hoy está asentado el criterio de que la fisiología genómica no depende sólo de las secuencias de ADN y, en consecuencia, que los genes no son una unidad funcional ni son capaces de explicar por sí mismos, de manera autónoma, la producción de proteínas.

La mayor parte del ADN no cumple la función prevista de elaboración de proteínas, de manera que desde 1977 sus fragmentos se dividen en funcionales (exones) y no funcionales (intrones), por lo que en ocasiones se entiende por gen sólo a los fragmentos funcionales. Al no romper con los fundamentos que la sostienen, la terminología genética vuelve a sumirse en la confusión, porque los fragmentos de ADN considerados como "no funcionales" no es que no cumplan ninguna función, sino que no cumplen las funciones previstas por la teoría, es decir, no contribuyen a la elaboración de proteínas. Es una manera de encubrir el fiasco de la teoría. Crick calificó el descubrimiento de los intrones como una "minirevolución" en la genética y otros autores lo han expresado aún más gráficamente diciendo que se trataba de una patada al dogma que Crick había formulado (647). La conclusión de este recurrido es que en el genoma no hay genes, una afirmación que es tanto más cierta en los organismos superiores. A medida que la evolución ha ido trepando por la escala de la clasificación de las especies, el genoma ha cambiado su fisiología cualitativamente de modo que lo que diferencia a los organismos superiores son los intrones.

Un siglo después la ciencia no puede ofrecer no ya un concepto unívoco de gen sino ni siquiera uno aproximado. En 1957 a las nociones corpusculares y funcionales del gen Benzer añadió otras. Junto al gen, rebautizado como cistrón, apareció el mutón, la unidad de mutación, y el recón, la unidad de recombinación. El gen no era una entidad única, sino tres diferentes; tampoco había una unidad de herencia, pero la teoría sintética no era capaz de salir ni del atomismo, ni de los corpúsculos... La confusión aumentó de grado porque las cuatro definiciones (genes, cistrones, mutones, recones) no coinciden entre sí. Desde que en 1947 Joshua Lederberg y Edward L. Tatum descubrieron la transferencia horizontal de ADN entre bacterias, sabemos que la herencia no está necesariamente ligada a la recombinación génica. El descubrimiento acabó con mito de la identidad genómica; no sólo los organismos no se pueden identificar por sus genomas sino que eran intercambiables, al menos en parte.

Mayr constata esta paradoja permanente entre genes, cistrones, mutones y recones y, aunque no es capaz de ofrecer ninguna solución posible, opta por mantener la terminología, es decir, por seguir naufragando en la confusión:

> Definir el gene como unidad de herencia, ya no es suficiente. Se han hecho tentativas para reemplazar esta definición por una más precisa o por una definición operativa que

> no despierte oposición ni incite controversia. Hasta recientemente, el modo de abordar el gene era muy indirecto, por lo que tendía a ser muy especulativo. La mayoría de los autores antiguos consideraban el gene como un corpúsculo en un cromosoma, con tres características: una función definida, capacidad de mutarse y ser la unidad más pequeña de recombinación. Durante los últimos decenios se han acumulado cada vez más datos que indican que estas tres características definidoras del gene no coinciden necesariamente [...]
>
> A pesar de estas duras dificultades, es posible esbozar lo esencial de nuestro conocimiento actual. Afortunadamente, la mayoría de las cuestiones en debate tienen tal naturaleza que, desde el punto de vista de la biología evolucionista, carece de alcance cuál de las alternativas propuestas resulte correcta. La selección natural, después de todo, se ocupa de los fenotipos, en tanto que la mutación y la recombinación meramente colman la reserva de variación genética.
>
> Resulta ahora evidente por qué ha sido tan difícil, si no imposible, definir el gene [...]
>
> En resumen, es ahora evidente que el concepto clásico del gene, considerado como entidad que sirve simultáneamente como unidad de mutación, como unidad de recombinación, y como unidad de función, no es correcto [...]
>
> Es curioso que la mejor comprensión de la naturaleza del gene y de la mutación no haya contribuido a la comprensión de los fenómenos evolutivos. En la mayoría de los problemas de biología evolucionista, particularmente en los organismos superiores, es correcto seguir usando la terminología clásica de genes (loci) y aleles" (648).

En las demás obras de Mayr las paradojas se manifiestan en plenitud, sin ninguna voluntad de aclarar la confusión:

> El entrecruzamiento desigual muestra que el gen unidad de función no era forzosamente la unidad de recombinación. El análisis de las mutaciones (particularmente en los microorganisnos) mostraron que podía haber varios sitios mutacionales en el seno de un mismo gen unidad de función. Los efectos de posición (diferencias cis-tra) mostraron que el gen no era necesariamente una unidad de función. Había que abandonar la idea original, muy simple, de que el gen era a la vez una unidad de recombinación, de mutación y de función (648b).

La teoría sintética acabó metiéndose de lleno en un callejón sin salida. Después de preguntarse lo que es un gen y de enredarse entre cistrones, mutones y recones, Buettner-Janusch concluye: "Lo que no se sabe es si todavía mañana se puedan sustentar estas mismas opiniones" (649). Es preferible no hacer preguntas; si no hay preguntas es porque tampoco hay dudas.

No obstante, las expresadas incongruencias y otras muchas que podrían exponerse, tampoco ayudan a comprender lo que, sin duda, es el núcleo central de la genética, el que verdaderamente pone manifiesto la ausencia de fundamento del mendelismo, a saber, que el genoma, como cualquier otra parte de un organismo vivo, sólo tiene sentido evolutivo si se lo comprende una manera dinámica y cambiante (649b), algo que cabe extender no sólo a las especies sino al desarrollo concreto de cada organismo vivo a lo largo de su corta existencia. Como cualquier otra parte del cuerpo, el genoma también cambia con el tiempo y eso es precisamente lo que le confiere plasticidad y capacidad para desempeñar sus funciones, que también cambian con el tiempo.

El gen es otro de esos dogmas de la biología que, de una manera solapada, hace tiempo que empezó a perder terreno y, junto a las viejas, como codones, cistrones, recones, mutones, etc., se comienzan a utilizar expresiones nuevas como hox, supergenes, seudogenes y otros, aunque el panorama está

muy lejos de aclararse. Como afirmaba recientemente Wayt Gibbs, se observa una tendencia, disimulada pero cada vez más insistente, a evitar el empleo del vocablo gen (649c). Todo apunta a que no pasará mucho tiempo antes de que sea definitivamente desechado de la ciencia. La genética está reclamando a gritos un nuevo fundamento que llegará con la consideración del genoma como parte integrante de un organismo vivo y, por lo tanto, como algo igualmente vivo, dinámico y cambiante, no una foto fija.

Timofeiev-Ressovski, un genetista en el gulag

En toda referencia a la URSS hay que reservar un capítulo (al menos uno) para hablar a las persecuciones, purgas y fusilamientos; de lo contrario no podríamos decir que estamos aludiendo a la URSS. Aunque hablemos de ciencia, también hay que realizar este tipo de inserciones porque la represión tiene que aparecer como el aspecto más sobresaliente (y a veces único) de la historia soviética. La receta ideológica debe quedar de esta manera: como la genética estuvo totalmente prohibida, los genetistas fueron perseguidos, encarcelados y fusilados. Cualquier otra conclusión resultaría sorprendente. Una vez que Lysenko impuso el canon científico, los que no lo aceptaron pagaron su atrevimiento con la vida. En una cuestión científica como ésta, la rentabilidad ideológica de tales afirmaciones es mucho mayor porque comienza con la imposición de una mentira (Lysenko) frente a la verdad castigada (todos los demás). Así la estatura científica de éstos se agiganta mientras que la de Lysenko cae por los suelos. El crimen es mucho mayor cuando no se encarcela a un científico “cualquiera” sino a un gran científico.

Cae por su propio peso que los genetistas fueron fusilados por sus concepciones científicas. Por consiguiente, aunque la condena del tribunal afirme que se trataba de un saboteador, un espía o cualquier otro delito, son subterfugios que encubren los verdaderos motivos, que son exclusivamente científicos. Nadie en su sano juicio concede la más mínima credibilidad al policía soviético que detiene, al fiscal que acusa, al testigo que declara o al tribunal que sentencia. En otros países los trabajos de investigación histórica sobre este tipo de procesos político-judiciales, como los casos de Joe Hill, Sacco y Vanzetti o el matrimonio Rosenberg en Estados Unidos, al menos suelen acabar en dudas sobre el fundamento de las condenas. A ningún historiador se la ha ocurrido tampoco revisar la ejecución de Lavoisier durante la etapa de terror de la revolución francesa; nadie ha sostenido que la acusación fuera un montaje y que posiblemente Lavoisier fuese condenado por su crítica de la teoría del flogisto. El fundador de la química moderna, además, de científico era miembro de la *ferme générale*, una corporación privada que recaudaba los impuestos, con delitos que hoy podrían equipararse a la usura o la malversación (650). Sin embargo, sobre la historia de la URSS se ha impuesto una negación absoluta: no es posible que de ella derivara nada transparente, ni nada positivo. Ningún juicio político de los habidos en la URSS merece credibilidad; es un asunto incuestionable: fueron una patraña organizada para encubrir la represión política, lo cual significa exactamente eso: represión por la defensa de unas determinadas convicciones.

En el caso de los científicos ese tipo de argumentaciones tiene una enorme dificultad que superar, por el siguiente motivo: antes, durante y después de la URSS, el sistema punitivo era concentracionario. Así, el tendido de los más de 9.000 kilómetros de la red ferroviaria del transiberiano, una obra que se prolongó desde 1891 a 1905, lo llevaron a cabo miles de convictos. En Rusia no existían cárceles cerradas, cuyo surgimiento es muy reciente. En la historia penitenciaria, mientras la cárcel cerrada está ligada a la ociosidad del recluso, en el sistema abierto o campo de concentración, está ligada al trabajo forzoso que, lejos de ser una sanción en retroceso, se va generalizando a todos los sistemas penitenciarios modernos. En el caso de los científicos condenados durante el periodo soviético, el trabajo forzoso comportaba el ejercicio de su disciplina científica en el *sharashka*, que es el apelativo que daban los propios reclusos a los centros específicos creados para reunir en ellos a los investigadores, ingenieros y científicos. Por tanto, si el penado era profesor universitario debía impartir lecciones en el campo y si era investigador se le integraba en un laboratorio dentro del propio recinto. La conclusión paradógica que se obtiene de esto es la siguiente: que el condenado por expresar determinadas convicciones científicas debía

seguir difundiendo esas mismas convicciones científicas.

El absurdo relato canónico de los hechos es tan uniforme y monótono como carente de datos precisos. ¿Por qué no hay un listado de genetistas perseguidos y encarcelados por su oposición a Lysenko? Los actuales libros de genética deberían insertar en su primera página unas líneas de agradecimiento a aquellos colegas que sacrificaron su vida en defensa de esta ciencia, avasallada por el malvado Lysenko. Sería una obligación moral hacia ellos. Quizá pretendan aseverar que todos fueron a la cárcel excepto el propio Lysenko. Quizá no dispongamos de datos precisos por lo siguiente: porque fueron tan numerosos que no se puede detallar cada uno de ellos; entonces el plumífero recurre al expediente de aludir a cientos, miles o millones, según su desparpajo. Medvedev ofreció una cifra redonda: exactamente 200 genetistas represaliados. Pero sería bueno disponer de un listado un poco preciso. Alexander Kohn proporciona unas cifras bastante más bajas que las Medvedev en medio de un relato deliberadamente confuso. Asegura que de los 35 miembros del Instituto de Genética, 31 rechazaron las tesis de Lysenko, añadiendo a continuación: "La mayoría perdió sus puestos en el Instituto. 22 genetistas fueron reprendidos y a otros 300 se les obligó a realizar otro trabajo. En total, 77 genetistas reprendidos" (651). Es difícil saber con exactitud qué significa exactamente "reprendidos". Desde luego no parece que tenga que ver con la aplicación de la ley penal, porque cuando Kohn se refiere a este aspecto, sí se anima a ofrecer un listado de nombres y algunos datos sobre los genetistas encarcelados, que hacen un total de ocho: Salomon Levit (murió en prisión), Israel Agol, Max Levin, Levitsky, L.I. Govorov, Kovalev, Meister (desaparecido) y G.O.Karpechenko. Pero Kohn no ha realizado ninguna investigación propia sobre las fuentes sino que se apoya en Joravsky quien, por su parte, después de reconocer su ignorancia, lanza a bulto una cifra aún más reducida: 22 genetistas "y defensores filosóficos de la genética", antes de introducir una extraña suma para llegar al total de los 77 represaliados, concluyendo que sólo una pequeña parte de los científicos resultó perseguida. Cuando se cuenten los represaliados en los archivos, confiesa Joravsky que se quedaría muy sorprendido si su número superara el cinco por ciento (652). Son especulaciones sobre el vacío más absoluto.

Pero aún queda el asunto estrella: conocer los motivos de esas represalias, momento en el que el panfleto orquestado se desmorona con sólo tener en cuenta ciertas circunstancias bastante precisas, algunas de las cuales ya he referido. Así, Levit, Agol y Levin eran miembros del partido comunista y su situación no tuvo nada que ver con el debate científico sino con sus alineamientos en las batallas internas de aquel momento. Si Lysenko pretendió imponer una doctrina canónica oficial, ¿por qué fueron invitados a impartir lecciones profesores extranjeros que defendían concepciones opuestas a dicho canon? Este argumento aún podría estirarse más si se tienen en cuenta los libros, las traducciones y las ediciones de obras de todo tipo que circularon por la URSS en aquella época y cuyo rastreo es bien sencillo puesto que cada libro lleva su fecha de edición y las colecciones de ellos están catalogadas y disponibles en bibliotecas y librerías, son mencionadas en otras obras, etc.

La nómina de genetistas represaliados en la época de Lysenko se agota finalmente en dos nombres: Vavilov y Timofeiev-Ressovski. Quizá sólo se trate de los más conocidos; quizá hubo otros de segundo rango a los que no se les ha prestado la atención que se les debe como personas injustamente represaliadas... Quizá. Pero una cosa es cierta: que por mucho que se alargue la lista de represaliados, siempre habrá otros que defendieron idénticas concepciones y no padecieron esas represalias, lo cual resulta aún peor para el canon propagandístico de la guerra fría, porque en tal caso quedaría evidenciado que los represaliados no lo fueron por sus ideas científicas sino por otro tipo de motivos ajenos a ellas. Desde luego en el caso de Timofeiev-Ressovski es evidente que no fue perseguido precisamente por sus convicciones científicas.

Nikolai V.Timofeiev-Ressovski (1900-1981) fue uno de esos científicos que resumieron en su biografía la historia de un siglo convulso. Referir algunos aspectos de su personalidad puede ayudar a comprender detalles importantes de la ciencia y de los científicos soviéticos.

Nació en Kaluga y comenzó sus estudios universitarios en Moscú en 1916, donde se convirtió en un seguidor de Kropotkin. Tras la revolución luchó en la guerra civil con una unidad de cosacos,

alcanzado el grado de sargento. Al año siguiente se unió a una pequeña unidad de la caballería anarquista, el “Ejército Verde”, es decir, que no se integró en el Ejército Rojo hasta el año siguiente. Entonces Timofeiev-Ressovski luchó en Crimea y en el frente polaco.

En 1920 se incorporó como investigador de biología experimental en Moscú bajo la dirección de N.K.Koltsov y a partir de 1922 enseñó zoología en la Facultad Biotécnica de la capital en el departamento dirigido por Chetverikov. Sus primeros ensayos trataron de respaldar precisamente la hipótesis de Chetverikov sobre los mecanismos genéticos de evolución de las poblaciones. Descubrió una amplia reserva de variabilidad hereditaria en las poblaciones silvestres de moscas que le sirvió para acuñar el concepto de microevolución, uno de los pilares de la teoría sintética. Según Timofeiev-Ressovski el sujeto básico de la microevolución es la población, la materia prima es la mutación y el suceso elemental es el cambio en las frecuencias génicas. Añadió que los motores de la evolución son la mutación, la fluctuación del volumen demográfico, el aislamiento, la migración y la selección.

De la genética de poblaciones, pronto pasó al nuevo campo de la radiobiología, un terreno en el que los soviéticos eran pioneros después de los descubrimientos de A.G.Gurwitsch en 1921 sobre el campo morfogenético y las radiaciones mitogenéticas, que en todo el mundo constituyeron un descubrimiento sensacional, abriendo a la curiosisdad intelectual el terreno inexplorado de la biofísica. La inspiración originaria de las investigaciones de Gurwitsch partieron del descubrimiento del efecto fotoeléctrico de Einstein. Gurwitsch demostró que también la división celular emite radiaciones ultravioleta muy débiles que, a su vez, inducen la proliferación de otras células.

En 1924 visitó Moscú el siquiatra y neurofisiólogo alemán Oskar Vogt, director del Instituto Káiser Guillermo III de Investigación del Cerebro de Berlín. En virtud del tratado de Rapallo entre Alemania y la URSS, Vogt trataba de reclutar investigadores soviéticos en el campo de la genética para su Instituto en el marco de un intercambio científico entre ambos países. Como contrapartida, los alemanes crearían un instituto de investigaciones del cerebro en Moscú. Vogt entabló buenas relaciones con el ministro de Sanidad soviético Nikolai A. Semashko, quien le recomendó que se pusiera en contacto con Timofeiev-Ressovski para el laboratorio de genética de la capital alemana. Así, en el verano de 1925 Timofeiev-Ressovski, en compañía de Serguei R. Zharapkin, se trasladó a trabajar a Berlín. La estancia duró 20 años, hasta que el Ejército soviético entró en Berlín, poniendo fin a la II Guerra Mundial.

En 1929 Timofeiev-Ressovski fue nombrado director del Departamento de Genética Experimental del Instituto Kaiser Guillermo III que al año siguiente, gracias al dinero de la Fundación Rockefeller, cambió su sede e inauguró nuevas instalaciones cerca de Berlín (653). En el Departamento, Timofeiev-Ressovski dirigía un amplio equipo multidisciplinar, parcialmente compuesto por investigadores soviéticos y de varias nacionalidades europeas. En dicho equipo estaba su mujer Elena A. Fiedler, el mencionado Zharapkin, los físicos y biólogos radiactivos Alexander Katsch y Karl Zimmer (654), el radioquímico Hans-Joachim Born y la asistente técnico Natasha Kromm.

Conjuntamente con el genetista franco-ruso Boris Efrussi y con el dinero de la Fundación Rockefeller, Timofeiev-Ressovski organizó conferencias anuales de genética, biofísica y radiología hasta la víspera de la guerra mundial. En 1932 participó en el VI Congreso Internacional de Genética celebrado en Nueva York, donde trabó una estrecha amistad con Vavilov, entonces presidente de la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas. Era un participante asiduo a los seminarios científicos de Copenhague en los que participaba la élite de los científicos europeos de aquella época.

El equipo de Timofeiev-Ressovski en Berlín seguía los pasos establecidos por el descubrimiento de los efectos genéticos de las radiaciones, en donde las aportaciones de los físicos eran tan importantes como las de los genetistas (655). Junto con el biofísico Max Delbrück Timofeiev-Ressovski firmó el artículo “Sobre la naturaleza de las mutaciones y la estructura del gen” en el que explicaba las mutaciones genéticas producidas por radiaciones, lo que contribuyó a aproximar la

genética a la mecánica cuántica. El artículo inspiró las investigaciones posteriores sobre la aplicabilidad de la teoría de la información a la genética. A partir de diferentes intensidades de fuentes de energía, Timofeiev-Ressovski determinó el número de mutaciones inducidas en las moscas. Las investigaciones más conocidas del genetista soviético proceden de su etapa de colaboración con Delbrück en Berlín, con quien permaneció hasta que en 1937, becado por Rockefeller, Delbrück se fue a trabajar con Morgan a California.

Con la llegada de Hitler a la cancillería en 1933, las relaciones germano-soviéticas se deterioraron. En varias ocasiones el gobierno soviético le propuso a Timofeiev-Ressovski abandonar Berlín y regresar a la URSS, pero rechazó la invitación. La Fundación Rockefeller también le propuso dirigir un laboratorio del Instituto Carnegie en Estados Unidos. Sin embargo, prefirió permanecer en Alemania prosiguiendo sus investigaciones en un área de interés militar preferente, sin ser jamás molestado por la Gestapo ni por las SS. Esta circunstancia es bastante sorprendente porque su amigo Oskar Vogt fue inmediatamente detenido en su Instituto e interrogado por las SA. Vogt fue denunciado por un fisiólogo del Instituto que se había incorporado al partido nazi, quien declaró que Vogt financiaba al partido comunista y mantenía vínculos con la URSS. Fue despedido del Instituto.

Cuando en 1939 Alemania invadió Polonia, todos los ciudadanos soviéticos residentes en el país fueron internados en campos de concentración. No sucedió lo mismo con Timofeiev-Ressovski. Sus investigaciones encajaban a la perfección tanto con el régimen nazi como con la política científica de la Fundación Rockefeller. Timofeiev-Ressovski colaboró muy estrechamente con el químico nuclear de origen ruso Nikolaus Riehl, director científico de *Auergesellschaft*, una corporación industrial gigantesca que trabajaba para la *Wehrmacht*, especialmente en la producción de uranio para el proyecto atómico alemán. Las investigaciones fueron financiadas por Walter Gerlach, director de aquel programa (656). También colaboró con Pascual Jordan, involucrado en el mismo programa y con el nazi Hermann Boehm en el Instituto de Genética. En octubre de 1938 impartió cursos para los miembros de la Oficina de Política Racial, intervino en un ciclo de conferencias para médicos nazis y publicó en las revistas médicas nazis *Ziel und Wegt* y *Der Erbarzt*. Su correspondencia oficial siempre acababa con el *¡Heil Hitler!* como despedida final.

En 1943, durante la guerra mundial, el hijo mayor de Timofeiev-Ressovski, Dimitri, estudiante de la Universidad Humboldt de Berlín, fue detenido por la Gestapo acusado de formar parte del Comité de Berlín del Partido bolchevique y de mantener contacto con los presos soviéticos de los campos de concentración. Fue enviado al campo de Mathausen y fusilado por la Gestapo el 1 de mayo de 1944.

Pese a ello, Timofeiev-Ressovski siguió adelante con sus investigaciones que, por su carácter preferente, podía incorporar mano de obra forzosa de los campos de concentración. Bajo su dirección, sus colaboradores inyectaron torio radiactivo en seres humanos para analizar sus efectos.

Fue detenido en Berlín por las tropas soviéticas al finalizar la guerra pero fue puesto en libertad inicialmente y pudo continuar su trabajo en el Instituto Káiser Guillermo III, del que fue nombrado director. Timofeiev-Ressovski era un reputado radiobiólogo, uno de los pocos especialistas mundiales justo en un momento en que la primera bomba atómica fue ensayada sobre seres humanos en Japón. Igor V. Kurchatov, que dirigía el proyecto atómico soviético, le visitó en Berlín. Sin embargo, volvió a ser detenido el 14 de setiembre por el NKVD, juzgado y condenado por traición y colaboración con el enemigo a diez años de trabajos forzados. En la legislación penal internacional las condenas previstas para este tipo de delitos son la pena capital o la cadena perpetua. Ningún país conoce sanciones de diez años de reclusión para delitos de traición, y mucho menos en tiempo de guerra. Desde luego, según los criterios jurídicos internacionales más recientes, Timofeiev-Ressovski hubiera sido incluido entre los criminales de guerra por delitos cometidos contra la humanidad. Lo extraño, pues, no es que fuera condenado sino que fuera el único científico condenado tras la II Guerra Mundial.

En 1946 fue trasladado a un campo de concentración en Karaganda, Kazajstán, donde después de dos años de reclusión ociosa fue enviado a trabajar al Laboratorio B en Sungul, al que eran

deportados los científicos y especialistas. Durante el traslado coincidió con Soljenitsin en la cárcel de Butyrskaia. En la primavera de 1947 llegó al campo de concentración de Sungul, que formaba parte del complejo penitenciario denominado *sharashka* y cuyas condiciones de reclusión eran buenas, según uno de sus discípulos: pudo vivir con su familia y sus colaboradores berlineses también fueron agrupados con él (657). En su condición de preso obligado a trabajar, encabezó la división biológica del campo de prisioneros, dirigió el laboratorio radiológico e impartió conferencias. En Sungul trabajaban un total de 50 científicos.

La manipulación del caso Timofeiev-Ressovski es notoria. Huxley, quien asegura que le conoció personalmente, dice: "Solamente se interesaba en la adquisición de nuevos conocimientos científicos" (658). No aparecen por ningún lado ni los experimentos con seres humanos ni su complicidad con los nazis, que Huxley oculta al lector. De las afirmaciones tópicas del británico se desprende que nada puede resultar más injusto que condenar a quien únicamente se interesa por la ciencia. Lo mismo cabe decir de Medvedev, un discípulo de Timofeiev-Ressovski que también silencia y tergiversa los hechos. Según Medvedev Timofeiev-Ressovski sólo pudo ser liberado de su encierro a la muerte de Stalin, con lo que da la impresión de que la condena se fundamentó en una de esas típicas decisiones caprichosas del dirigente soviético, de manera que sólo su muerte permitió la liberación del científico. Sin embargo, sólo salió en libertad después de cumplir íntegramente la condena que le fue impuesta.

Tras ser puesto en libertad, Timofeiev-Ressovski desplegó una gran actividad por toda la URSS en defensa de sus concepciones mendelistas. En 1955 sus obras fueron traducidas del alemán al ruso y publicadas. En Sverdlovsk organizó un departamento de radiobiología para la sección de los Urales de la Academia de Ciencias y, en plena era lysenkista, fundó una estación experimental junto al lago Miasovo sobre genética poblacional, de la que Medvedev se permite la licencia de decir otra de sus falsedades: que fue "el primer centro científico consagrado al estudio de la genética después de la prohibición de 1948" (659). En aquel departamento había otros dos laboratorios de radiobiología genética, uno celular, dirigido por V.I.Korogodin, y otro molecular, dirigido por el propio Medvedev. Timofeiev-Ressovski describió así esta etapa de su vida:

> Todo el mundo cree que fueron los americanos los que desarrollaron toda la biología médica y la isotopía hídrica. Pero eso lo hicimos nosotros antes que los americanos. Aproximadamente a finales de los sesenta y comienzos de los setenta, yo y mis estudiantes acabamos el trabajo sobre radiación biogeoceanológica [una palabra creada por Vernadski y Sujachov para describir la interacción entre los ecosistemas]. Muy pronto, estos trabajos en el sistema atómico y en la Bioestación de Miasovo de los Urales fueron los más productivos en mi autodenominada vida científica.

Medvedev considera a Timofeiev-Ressovski como "nuestro jefe", el "jefe de filas de una vasta escuela de biólogos soviéticos". Numerosos estudiantes acudían de todas partes a escuchar sus lecciones, publicó varios libros sobre genética y viajó por todo el país dando conferencias. De 1956 a 1963 organizaba en el verano cursillos de genética para los militantes del *Komsomol*, las juventudes comunistas, en Miasovo y en los alrededores de Moscú.

Nunca pudo volver a abandonar la URSS y tampoco fue rehabilitado de su condena hasta que en 1991 se disolvió el país (660): si no había patria tampoco había traición a la patria.

En los países capitalistas no se comprende el encarcelamiento de Timofeiev-Ressovski porque el tratamiento dispensado a los científicos que han cometido crímenes contra la humanidad siempre ha sido muy distinto. El caso del químico alemán Fritz Haber (1868–1934) es un verdadero prototipo. El desarrollo de la química siempre estuvo impulsado, a partes iguales, por el capital y la guerra. Desde 1800, con los fertilizantes y plaguicidas, el capitalismo ha convertido a la agricultura en una rama de la química. El otro motor fue la pólvora y tuvo su origen en el mismo Lavoisier quien, desde 1775 sirvió en la administración real, donde inventó un nuevo método de producción con el potasio extraído de Alsacia. En Alemania en la segunda mitad del siglo XIX el progreso de la

química estuvo impulsado por la necesidad de desvincularse del bloqueo económico británico sobre las materias primas estratégicas por medio de sustitutivos sintéticos. A comienzos del siglo XX Inglaterra tenía el monopolio mundial de la explotación minera de los nitratos de Chile, un producto químico que integra la fabricación de explosivos. La pólvora negra se compone de un 75 por ciento de salitre (nitrato de potasio), un 12 por ciento de azufre y un 13 por ciento de carbón vegetal. El nitrato amónico, la nitroglicerina y el trinitrotolueno (TNT) también son derivados del nitrógeno. A finales del siglo XIX no era posible el rearme alemán sin eludir el control británico sobre los yacimientos naturales de nitrógeno. No había otra posibilidad que acudir a la búsqueda de procedimientos artificiales de obtención de nitrógeno. En 1908 Haber inventó un mecanismo de síntesis del amoniaco que liberó a Alemania de la dependencia de los nitratos naturales, de modo que a partir de entonces pudieron fabricar explosivos artificialmente con el amoniaco como materia prima. El procedimiento de Haber proporcionó el 45 por ciento del ácido nítrico necesario para la fabricación de los explosivos, municiones, proyectiles y bombas empleados en la I Guerra Mundial.

Pero el papel de Haber en la guerra no acabó ahí. También organizó el departamento de gases tóxicos del ejército alemán a través del recién creado Instituto Kaiser Guillermo de Berlín. Por iniciativa de Haber, en 1916 se creó la Fundación Kaiser Guillermo para las Ciencias Técnicas y Militares, que al año siguiente pasó a depender del Ministerio de la Guerra. Esta organización no tenía instalaciones de investigación propias; su tarea consistía en coordinar los trabajos relacionados con la guerra realizados en instituciones universitarias o en los laboratorios del Instituto Kaiser Guillermo III. Durante la guerra, Haber propuso al ejército utilizar gas cloro contra las tropas aliadas y fue responsable directo de la fabricación de los primeros gases venenosos que se emplearon en el campo de batalla, entre ellos el gas mostaza (661). Bajo su dirección un grupo de investigadores creó el Zyklon B, un insecticida basado en el cianuro que fue utilizado años más tarde por los nazis en los campos de exterminio.

La actividad de Haber tampoco se limitó a los laboratorios, de los que extrajo 5.000 botellas metálicas repletas de gases tóxicos, sino que fue nombrado capitán de la Wehrmacht, en cuya condición estuvo supervisando su lanzamiento en el mismo campo de batalla, al mando de una compañía de infantería. La batalla química se saldó con 15.000 víctimas entre los aliados.

Al finalizar la contienda su nombre apareció en una lista de criminales de guerra y los aliados reclamaron su extradicion para procesarlo como tal. No obstante, ya en época de la República de Weimar, Haber volvió a la dirección del Instituto de Física y Electroquímica de Berlín-Dahlem, continuando sus investigaciones secretas para la fabricación de nuevo armamento químico.

A pesar de sus crímenes -o quizá gracias a ellos precisamente- fue laureado en 1918 con el premio Nobel de Química. Al fin y al cabo el mismo Alfred Nobel que había instituido el conocido galardón se enriqueció fabricando explosivos. El discurso que Haber pronunció en 1920 ante la Academia sueca es un ejemplo de la hipocresía científica: su invento de la síntesis del amoniaco era una gran aportación para la elaboración de abonos agrícolas, que a su vez aumentarían las cosechas y aliviarían así el hambre en el mundo. Otra fábrica de muerte que se presenta como alivio del hambre. En España tenemos un ejemplo parecido en la empresa Explosivos Rio Tinto que, además de lo que su denominación indica, tiene una segunda fuente de negocio: la fabricación de agrotóxicos, fertilizantes y pesticidas. Algo parecido a la falacia que sostienen ahora mismo las multinacionales de la biopiratería y los transgénicos, otro caso de aplicación humanitaria de la ciencia a la resolución -desinteresada- de los acuciantes dramas de la humanidad.

Durante la II Guerra Mundial, el químico escocés Alexander R. Todd (1907-1997) encabezó los estudios dirigidos a la producción de armamento químico, a pesar de los tratados internacionales que prohibían su elaboración. Uno de los fabricados fue la adamsita (difenilaminocloroarsina), un gas similar a los lacrimógenos, que obliga a estornudar por irritación de las fosas nasales. También diseñó una factoría para elaborar armas que utilizaran gas mostaza. Por sus servicios a la corona británica recibió el título de Sir de manos de la Reina y el Premio Nobel de Química en 1957 por su contribución al descubrimiento de los nucleótidos que constituyen el ADN.

Es difícil encontrar un carnicero que no haya sido condecorado por sus servicios. Los afectados por las operaciones de lobotomía que se practicaron en la posguerra acudieron a Noruega para demandar que le fuera retirado el premio Nobel al inventor de dicha técnica aberrante, el portugués Antonio Egas Moniz, galardonado en 1949. No tuvieron éxito porque eran malos tiempos. La lobotomía apareció como un remedio infalible para toda suerte de alteraciones síquicas, incluido el comunismo, de manera que entre 1936 y 1964 el psiquiatra Walter Freeman realizó más de 40.000 intervenciones en Estados Unidos, incluso con niños. Norbert Wiener saludó su invención en su cibernética y el diario *New York Times* el 6 de junio de 1937 la calificó como una "cirugía para enfermos del alma" en un titular de portada. Cerca del 6 por ciento de los pacientes no sobrevivieron a la operación y con frecuencia se registraron cambios adversos en la personalidad del lobotomizado. Además, producía importantes alteraciones en su conducta, quedando parcial o totalmente indiferentes al mundo que les rodeaba, con una pasividad extrema. El objetivo era convertir a los hombres en seres sumisos y sin personalidad propia; por eso se aplicó a los presos en las cárceles estadounidenses.

Hasta la fecha tampoco ningún cabecilla de Union Carbide ha sido juzgado por la fuga de gas tóxico en Bhopal, a pesar de los miles de muertos. Cuando Warren Anderson viajó hasta la India tras el desastre de 1984, le detuvo la policía, acusándole de homicidio. Sin embargo, gracias a las presiones de la embajada estadounidense, salió bajo fianza. Desde entonces no se ha presentado ante ningún juez. Aunque la India tiene un tratado de extradición con Estados Unidos, no ha iniciado trámites de extradición de los responsables. Para colmo, Union Carbide pretendió que la acusación de homicidio culposo se redujera a una mera negligencia. Al fin y al cabo los afectados eran hindúes, pobres, olvidados y abandonados.

La nómina de afectados es casi inagotable, pero no es trascendente porque ésa es la suerte de los humildes. Entre 1932 y 1972, es decir, durante cuarenta años, en el hospital público de Tuskegee, una localidad de Alabama, los médicos experimentaron con negros pobres y analfabetos enfermos de sífilis a los que no dieron tratamiento médico para poder estudiar la evolución de la enfermedad hasta su muerte, así como el contagio de sus familias y descendientes. Ocurrió muy poco después de la crisis económica de 1929, cuando la sífilis se convirtió en una epidemia en la población rural del sur de Estados Unidos. Los médicos decidieron crear un programa especial de no-tratamiento en el Hospital de Tuskegee, el único para negros que existía entonces en aquella localidad. Fueron seleccionados unos 400 varones negros sifilíticos y otro grupo similar de 200 no sifilíticos sirvió de control para comparar la salud y longevidad de la población sifilítica no tratada en comparación con el grupo control. A las personas seleccionadas no se les informó de la naturaleza de su enfermedad y les dijeron que tenían "mala sangre". Además, les ofrecieron algunas ventajas materiales, incluso sanitarias, que en ningún caso incluían el tratamiento de su enfermedad.

En 1947 se aprobó el código de Nuremberg y en 1964 la Declaración de Helsinki que, además del consentimiento informado del paciente, dispone que en toda investigación con seres humanos el bienestar de la persona prevalezca siempre sobre los intereses de la ciencia y de la sociedad. El médico, antes que investigador, es el protector de la vida y la salud de su paciente, y la persona que participe en una investigación debe recibir el mejor tratamiento disponible. A pesar de que la penicilina estuvo disponible desde los años cuarenta, en ningún momento recibieron tratamiento; a los médicos nunca les importó que sin el antibiótico su esperanza de vida se redujera en un 20 por ciento.

En este caso la ideología anticolectivista imperante en Estados Unidos no fue obstáculo para que los derechos individuales de las personas fueran sacrificados en aras de un supuesto bien "común", aunque en realidad los pobres debían sacrificarse en interés de una investigación cuyos beneficiarios serían los más privilegiados de la sociedad.

A pesar de la promulgación de la normativa internacional, la investigación continuó, publicándose 13 artículos en revistas médicas. Ningún científico protestó, hasta que en 1972 la prensa denunció los hechos. Para entonces 74 de los pacientes del estudio seguían vivos, 28 habían muerto

directamente de sífilis, 100 habían muerto por complicaciones relacionadas, 40 de sus esposas se habían infectado y 19 de sus hijos habían nacido con sífilis congénita. En 1997, en presencia de cinco de los ocho supervivientes presentes en la Casa Blanca, Bill Clinton pidió disculpas formalmente a las víctimas del experimento: "No se puede deshacer lo que ya está hecho, pero podemos acabar con el silencio [...] Podemos dejar de mirar hacia otro lado. Podemos miraros a los ojos y finalmente decir de parte del pueblo americano, que lo que hizo el gobierno americano fue vergonzoso y que lo siento". Las buenas palabras sustituyeron a los juicios y las cárceles. Aquellos médicos que utilizaron a los pobres como cobayas humanas, así como sus cómplices y colaboradores no resultaron sancionados por el crimen múltiple que habían cometido (662).

Era la típica farsa gubernamental. Tuskegee tuvo el apoyo oficial y financiación pública y privada, pero lo sucedido en Guatemala fue aún peor ya que los médicos estadounidenses infectaron deliberadamente a 700 personas con sífilis y gonorrea entre 1946 y 1948, dentro de un programa aprobado por la Organización Panamericana de Salud y el propio gobierno guatemalteco. Mientras en Nuremberg juzgaban a los médicos nazis como criminales de guerra, estaban haciendo lo propio en Guatemala. En Estados Unidos el doctor Mengele se llamaba John Ch. Cutler (1915–2003), alto funcionario del Servicio de Salud Pública de Estados Unidos, director del Organismo Panamericano de Salud y participante en el proyecto de Tuskegee. Las cobayas humanas se reclutan siempre en el mismo escenario social: pobres, negros, indígenas, prostitutas, presos, locos y soldados. Este tipo de personas que no merecen salud tampoco merecen que se les informe de que estaban siendo objeto de un experimento científico. A un tercio de los infectados no se le dio tratamiento posterior. El objetivo inmediato también suele coincidir: enfermedades de transmisión sexual; el mediato, además de la venta de fármacos, es el control de la natalidad, que es la forma actual de la eugenesia. En 1970 la vicepresidenta de *Planned Parenthood* (Planificación Familiar) en Dallas era la esposa de Cutler, que experimentó tanto en cárceles estadounidenses, como Sing Sing, como en India. Los hechos se mantuvieron en secreto durante décadas hasta que fueron destapados por Susan Reverby en octubre de 2010, momento en el que la responsable de exteriores, Hillary Clinton, tuvo que volver a pedir disculpas públicamente (663b).

No son casos aislados. Después de siete años de investigación, en 1994 el diario *Alburquerque Tribune* publicó una serie de reportajes de la periodista Eileen Welsome sobre los experimentos radiactivos con seres humanos que le valieron el Premio Pulitzer. Posteriormente fueron publicados en forma de libro (663). Welsome documentó 18 casos de irradiaciones que forzaron al gobierno de Clinton, a abrir otra investigación más. En el transcurso de la misma Welsome reveló que 73 menores de una escuela de Massachusetts ingirieron isótopos radiactivos en la avena del desayuno, una mujer de Nueva York fue inyectada con plutonio por los médicos del Proyecto Manhattan que le atendían, mientras 829 embarazadas tomaron supuestas vitaminas en una clínica de Tennessee que, realmente, contenían hierro radiactivo. Tras la investigación, Clinton volvió a ofrecer sus "disculpas sinceras" por el empleo de armamento bacteriológico sobre la población de su propio país, aduciendo que no se repetirían. Pero, una vez más, no hubo juicio ni culpables.

En la actualidad la impunidad de los científicos se edulcora con referencias a la necesidad de redactar códigos éticos o deontológicos que regulen las prácticas profesionales, descuidando que hace ya muchos decenios que existen leyes penales que castigan delitos como el asesinato, los crímenes contra la humanidad o el genocidio, y que no se trata de aprobar nuevas normas sino de aplicar las que ya existen, es decir, de demostrar que las sanciones penales se aprueban para todos y no sólo para los de siempre.

El doctor Mengele sigue recorriendo las calles. La impunidad alienta el crimen, y los científicos han demostrado sobradamente disponer de patente de corso, fomentando el despliegue de toda clase de atrocidades y, lejos de resultar condenados por sus crímenes, son ampliamente recompensados y reconocidos. Constituyen un material valioso del que ningún gobierno quiere desprenderse. Hasta el día de hoy las tecnologías de "doble uso" permiten camuflar sus masacres como grandes progresos de la humanidad.

El linchamiento de un científico descalzo

Una concepción -ingenua pero muy extendida- que proviene de Leibniz imagina que la verdad es evidente por sí misma, que no necesita de nada ajeno para resplandecer, de modo que cualquiera, y más que nadie un científico, la reconocería inmediatamente como tal. También Descartes decía que, por naturaleza, todo ser humano porta dentro de su espíritu las “semillas” de la verdad, prestas a germinar. Nada más lejos de una experiencia histórica milenaria. El conocimiento está mediatizado por varios obstáculos que debe superar y sin los cuales no adquiere su estatuto científico.

El primer enemigo del avance científico es la ciencia misma, o por mejor decirlo, la “comunidad científica”. El saber adquirido aspira a reproducirse de manera endogámica, donde los especialistas constituyen un círculo muy reducido entretenido en una especie de monólogo interior satisfecho de los grandes logros alcanzados en el pasado. Como cualquier otro fenómeno, la verdad no brota instantáneamente sino que es un proceso que tropieza con la inercia de quienes están apegados a los saberes momificados y decrépitos, a los tópicos, rumores y refranes de origen oscuro. La mayor parte de las resistencias provienen, pues, de ese cúmulo de conocimientos codificados que se resiste a desaparecer en forma de planes de estudio, manuales, diccionarios y enciclopedias. Sujeto a una sociedad competitiva, hoy el científico al uso tiene que buscar el apluso de sus colegas, seguir la corriente. Tiene que denostar a los malditos y alabar a los consagrados. A la “comunidad científica” sólo le interesa el progreso cuando son ellos mismos los que aparecen en los títulos de propiedad intelectual, adoptando las medidas a su alcance si esos mismos progresos provienen de la competencia. La codicia y el plagio son hoy condicionantes habituales del trabajo científico. La cita es otro de los exponentes de ese carácter repetitivo del conocimiento, que mira al pasado más que al futuro. Como mecanismo escolástico, las citas forman parte de las peores tradiciones de la economía del pensamiento, de un cierto tipo de método que no sólo no interroga al saber adquirido sino que pretende servirse de él. ¿Cómo es posible que la “comunidad científica” se pueda equivocar? La codificación del saber es imprescindible para su difusión y, al mismo tiempo, sus instrumentos son la expresión de la ideología dominante, una momia que se resiste a dejar paso a la innovación.

La ciencia no es un proceso acumulativo o lineal de conocimientos porque avanza como una crítica del saber establecido. La duda es su arma más afilada. La ciencia pone en marcha mecanismos infantiles que interrogan incansables por la razón última de las verdades que la “comunidad científica” cree firmemente establecidas. A su vez, la “comunidad científica” mira con desconfianza el futuro, las novedades. Las citas de un artículo innovador sólo pueden contener críticas, nunca apoyos, porque carece de referentes previos, no tiene pedigrí. Más que los hechos, las investigaciones y las argumentaciones, lo que mejor respalda a una tesis científica es una documentación escrita. Ante las dudas que causan las novedades se ha convertido en un tópico preguntar por un cierto tipo de “respaldo” para determinadas tesis, que siempre conducen a los precedentes y a la existencia de previa documentación: ¿existe algún artículo publicado que avale la conclusión?

Un científico que realiza un nuevo descubrimiento en conflicto con el saber adquirido encuentra dificultades para dar a conocer su trabajo. Lograr la publicación de una investigación es otro de los obstáculos a superar, hasta el punto de que hoy en la ciencia sucede como en la política: se confunde a la la opinión publicada con opinión pública, y a veces con sólo una parte de la opinión publicada. En ocasiones, para publicar con mayor facilidad, hay que practicar determinadas formas de cabildeo: mencionar a determinados autores, citar sus obras e incluso que firmen aunque no hayan participado en la investigación. Sobre todo es importante citar a quienes van a decidir si el artículo se inserta o no, alagar su vanidad y destacar la importancia de sus descubrimientos. Es imposible saber qué descubrimientos e innovaciones descansan aparcados en el cajón de cualquier laboratorio, universidad o en el diván de los muebles viejos. Casi un siglo después, en 2000, un grupo de médicos de un Hospital de San José de Costa Rica publicaron los manuscritos redactados por el gran científico costarricense Clodomiro “Clorito” Picado Twight (1887-1944) en los que,

años antes de Fleming, estudiaba el efecto inhibidor de la penicilina sobre las bacterias (664). Muchos descubrimientos científicos reposan entre el polvo porque su publicación es un recorrido tortuoso.

Uno de los índices más claros del declive actual de la ciencia es la omnipresencia de las revistas especializadas: sólo se considera como ciencia lo que aparece publicado -precisamente- en una revista, es decir, adaptado a determinados cánones que sólo existen en un artículo científico. La ciencia moderna se escribe en concisos telegramas; prefiere el formato de 40 líneas en el que se redactó el artículo de Watson y Crick sobre la doble hélice que las 400 páginas de los *Principia mathematica* de Newton. En realidad la situación es mucho peor porque casi nadie se lee esos artículos, sino sólo el resumen que los encabeza porque no interesan los medios utilizados en la investigación sino sus resultados exclusivamente. Hoy la mayor parte del espacio tipográfico que ocupa un artículo científico se reserva para los numerosos firmantes del mismo. Es casi imposible encontrar un libro como referencia bibliográfica. Naturalmente que, en plena era digital, los demás medios de publicación tampoco se consideran aptos para transmitir conocimiento científico.

No hay nada menos internacionalizado y, por consiguiente, menos unificado que la ciencia actual. Las dificultades comienzan con el idioma porque la internacionalización obliga a que las comunicaciones científicas se redacten en inglés. Hasta el siglo XVIII era el latín el idioma que expresaba el carácter único e internacional de la ciencia, lo que le permitió a Linneo elaborar un método universal de clasificación de las especies. Esa condición se ha perdido en la actualidad, pero el problema no radica en los que saben inglés sino precisamente en los que sólo saben inglés, que son los científicos angloparlantes, para quienes el inglés es su única fuente de información, por lo que suponen que toda la ciencia está en ese idioma. Si, además, tenemos en cuenta que la ciencia dominante en el mundo es la angloparlante, la distorsión sube de grado. Es imposible conocer el estado de una ciencia tomando en consideración un único idioma, las publicaciones que se redactan en ese idioma y el reducido grupo de países que lo sustentan. El Observatorio de las Ciencias y las Técnicas de Francia constató que la selección en el *Science Citation Index* perjudica a los países y a las disciplinas cuya investigación está menos internacionalizada y menos traducida al inglés.

Incluso fuera de los países angloparlantes una parte importante de las comunicaciones científicas se redactan y publican en inglés porque los especialistas escriben para otros especialistas. Es otro retorno a la Edad Media. En el Renacimiento, científicos Como Galileo o Descartes fueron de los primeros en pùblicar en sus idiomas vernáculos porque no se dirigían a otros científicos sino a todos los interesados: al pueblo lego, a los autodidactas y a los aficionados. Galileo se preocupó por la divulgación científica. En 1610 publicó el *Sidereus nuncius*, la primera revista monográfica de la historia, todavía en latín. Refiriéndose a su nueva publicación sobre las manchas solares, Galileo informa a su amigo el canónigo Paolo Gualdo en una carta fechada el 16 de junio de 1612: “La he escrito en idioma vulgar porque he querido que toda persona pueda leerla”. El libro saldría a la calle en italiano y no en latín, como era hasta entonces habitual para las publicaciones de ciencia. Galileo continuaría escribiendo en “idioma vulgar”. Al libro de las manchas solares siguieron otros, entre ellos su obra cumbre, el “Diálogo sobre los dos sistemas del mundo”, escrito en 1632, un alarde de dialéctica y retórica discursiva en el uso de los diálogos como vehículo de divulgación, por su carácter coloquial, flexible, irónico y hasta divertido. Aquella obra supuso su condena por parte de la Inquisición, pero la idea de publicar en idioma común marcó un camino que sería adoptado por otros, como René Descartes, quien en 1637 publicó en francés su “Discurso del método”, y Robert Boyle, que dio a la luz en inglés en 1661 “El químico escéptico”. Hoy la ciencia es endogámica. Los científicos sólo pretenden dirigirse a sus colegas, ganarse su aceptación. Es una de las muchas vías que ponen de manifiesto el imparable declive de la ciencia. Muchas obras científicas capitales que han marcado una época en la biología, no se han traducido, ni hay perspectiva de que se traduzcan nunca porque no son material de consulta, porque se consideran como anticuados. Por más que proliferen las alusiones, son muy pocos los que las han leído.

Los consejos editoriales de las revistas científicas más influyentes están dominadas por angloparlantes, quienes censuran los artículos no sólo en función de criterios científicos sino

también de sus propias y personales convicciones ideológicas, filosóficas, políticas, religiosas y económicas. El periodista del *Frankfürter Allgemeine Zeitung* Rainer Flöhl ha puesto en duda la imparcialidad en la divulgación de la investigación médica: “Ciertos periodistas americanos no dan mucho crédito a las investigaciones alemanas. Por ejemplo, a *The New England Journal of Medicine* no le gustan las contribuciones procedentes de Alemania y a *The Lancet* tampoco. Conocen los trabajos y a los investigadores, pero no dan crédito a los alemanes. Esto se constata cuando los alemanes producen resultados antes que los americanos [...] Ellos [por los estadounidenses] dominan el campo [...] Es un país líder que controla los circuitos, por eso los convierten en poco accesibles”. Para publicar no es suficiente con escribir en inglés sino que, además, hay que “pensar en inglés”, como ha destacado el profesor Sendín, es decir, reproducir los códigos ideológicos -explícitos e implícitos- impuestos por los países anglosajones:

> Para publicar en inglés (como se sabe ‘el idioma científico’) no sólo hay que escribir en inglés; también hay que ‘pensar en inglés’. Los idiomas no sólo conllevan un vocabulario distinto, sino toda una carga cultural en lo que se refiere a la concepción del mundo, de la realidad [...] como yo me he negado siempre a ‘pensar en inglés’ decidí publicar sólo en español (cosa que algunos colegas me han recriminado porque eso ’limita la difusión’). Pero me resulta de un provincianismo acomplejado que se conceda una gran autoridad científica a un trabajo publicado en inglés aunque diga las sandeces más grandes (hay artículos de Nature o Science que son auténticas estupideces) y no se le conceda sólo porque está escrito y ‘pensado’ en español. Así que, como en nuestro país hay unas cuantas revistas serias y de una solvencia demostrada, solo publico, cuando puedo, en ellas. Si no se leen en otros países, no es nuestro problema. Lo malo es que en nuestro propio país los científicos, los ‘especialistas’ tampoco suelen leerlas. Suelen leer revistas especializadas, fundamentalmente anglosajonas, en las que las publicaciones tienen que seguir los cánones ‘oficiales’ (665).

Las publicaciones científicas se han convertido en un poderoso factor distorsionador del verdadero estado de la ciencia. Hoy se publican 35.000 revistas científicas que arrojan la ingente cantidad de unos 20 millones de artículos anuales, de los cuales casi una cuarta parte están escritos en chino, pese a lo cual no se mencionan jamás. En 2006, detrás de Estados Unidos, el segundo país del mundo por el número de investigaciones científicas publicadas no era otro que China, de las que no conocemos apenas nada. En 2009 el país que tuvo un mayor crecimiento en publicaciones científicas fue Irán, que también está fuera de la endogamia científica. En consecuencia, la ciencia ni es única ni es internacional. Es anglosajona no solamente por el idioma sino por la supervisión ideológica a la que está sometida.

En su número de 12 de junio de 2010 *New Scientist* hizo un análisis de las publicaciones científicas en un campo tan especializado como la investigación sobre células madre. Las conclusiones indicaron que los científicos de Estados Unidos publican sus resultados con más rapidez y en revistas de más alcance que los del resto del mundo. Quien convalida la ciencia son organizaciones privadas anglosajonas. La revista *Science* pertenece a la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia. Aunque el Reino Unido recibe menos investigadores extranjeros que Alemania o Francia, es el primer país de Europa en número de publicaciones científicas. Según Claude Kordon, investigador del Instituto Nacional de la Salud de Francia y redactor de la revista *Neuroendocrinology*, el papel de los anglosajones en los comités de lectura es “desmesuradamente activo respecto a su contribución real”. Una encuesta sobre periodismo científico en Europa, realizada por Pierre Fayard demostró que los periodistas europeos están pendientes exclusivamente de la producción científica que ocurre en la otra orilla del Atlántico (666).

No obstante, la maraña de la comunicación científica no acaba aquí. Para un científico no basta con publicar en cualquier revista científica sino que busca que ésta sea de las llamadas “de impacto”. No sólo los científicos sino los propios artículos se juzgan también en función del medio en el que aparecen. Es característico de la nueva escolástica que se ha impuesto, en donde predominan los

argumentos *ad verecundum*, la acumulación de citas, las repeticiones.

Una buena parte de las revistas científicas están sometidas a una doble censura previa, una interna y otra externa. Por un lado, internamente el propio consejo editorial rechaza muchas publicaciones, aún considerando que son científicamente relevantes, es decir, por motivos que no tienen que ver con la ciencia y así se lo hacen saber a quienes les remiten artículos para su publicación. En sus cartas de rechazo *Nature* reconoce que declina publicar una parte sustancial de los originales que le llegan sin enviarlos siquiera a los censores externos, aún cuando considere el artículo como científicamente correcto, por decisión de su consejo editorial. La revista adopta una determinada línea editorial sobre temas controvertidos y rechaza a quienes le contradicen. Por consiguiente, las revistas no difunden ciencia sino un determinado punto de vista sobre la ciencia, tanto más distorsionador en cuanto más intereses extracientíficos haya en juego. La defensa de la subjetividad y de la propia línea editorial por parte de una revista (científica o de cualquier otra índole) es plenamente legítima, y lo sería aún más si junto a esa revista existiera otra que publicara lo que aquella no admite.

La otra censura, la externa, es un mecanismo que se generalizó en la posguerra. Para ello las revistas cuentan con científicos externos que filtran por segunda vez los contenidos antes de proceder a su publicación. Es un procedimiento discriminatorio ya que depende del patrocinio del autor. Algunos originales, como el de Watson y Crick sobre la doble hélice, no necesitan pasar la censura para ser publicados y otros que sí deben pasar ese filtro previo. En una colección de artículos Juan Miguel Campanario ha documentado la resistencia de las publicaciones científicas a publicar innovaciones (667), a los que me permito añadir otros por mi cuenta relativos al último siglo:

— En 1914 un oscuro profesor universitario de física, Robert H. Goddard (1882–1945), diseñó el primer motor para cohetes espaciales y cinco años después escribió sobre la posibilidad de viajar a la Luna. El 13 de enero de 1920 un artículo en la portada del *New York Times* se burlaba abiertamente de él diciendo que le faltaban "los conocimientos que se imparten diariamente en los institutos". Goddard no se arrugó y en 1926 trató de poner en funcionamiento un cohete de tres metros de altura en el espacio, cuyo lanzamiento fracasó, volviendo a desatar feroces burlas de la prensa (669).

— Aquel mismo año Joseph Goldberger (1874–1929) descubrió que la pelagra ("piel agria") es consecuencia de la desnutrición de los más pobres de la sociedad, especialmente en las regiones rurales. Tuvo que luchar durante toda su vida contra la tesis infecciosa dominante que había sido impuesta por una comisión parlamentaria: el Estado puede aceptar que una determinada enfermedad sea infecciosa, pero nunca que sea consecuencia de inadecuadas condiciones de vida y trabajo. En 1937 Conrad A. Elvehjem demostró que la pelagra era consecuencia de la falta de vitamina B3 (ácido nicotínico o niacina) que se encuentra en la carne fresca y la levadura. Aunque el asunto se denomina como el "incidente" de la pelagra, el número de muertos se cuenta por millones (670).

— Desde 1915 la teoría de la deriva de los continentes de Alfred Wegener (1880-1930) fue el hazmerreir de los geólogos que durante décadas le reprocharon su falta de títulos académicos, permitiendo que su ciencia se convirtiera en "un cuento de hadas" (670b).

— En 1924 Raymond Dart descubrió en Sudáfrica fósiles de la cara y cráneo de un niño, el primer australopiteco, asegurando que se trataba del ancestro más antiguo del hombre sobre la Tierra. Tuvo que luchar durante 30 años contra unos colegas, como Arthur Keith, que prefirieron la falsificación de Piltdown. Dart fue un pionero en la búsqueda de los orígenes del hombre en África, tal y como Darwin había vaticinado, algo que sólo podía generar rechazo en una ciencia sumida en el racismo, hasta que décadas después las pruebas bioquímicas avalaron sus afirmaciones.

— En 1927 Ivan Wallin, un anatomista estadounidense, publicó el libro "Simbiosis y el origen de las especies" planteando la hipótesis según la cual los cloroplastos tenían su origen en procesos simbióticos. Fue ridiculizado por sus colegas, abandonando sus investigaciones de laboratorio para

cultivar mitocondrias. Cambió de universidad y hasta su fallecimiento en 1969 se tuvo que dedicar a otras cuestiones.

— Sin ningún eco, en 1929 Alexander Fleming publicó en la revista *The Journal* su primer trabajo sobre la acción bactericida de la penicilina. También comunicó su descubrimiento al *British Journal of Experimental Pathology* y dos años después pronunció una conferencia sobre el empleo intravenoso del bactericida en la *Royal Society of Medicine*. En 1936 volvió a hablar de ella en dos revistas pero pocos se percataron de su importancia. Aunque este descubrimiento se propone hoy como ejemplo de avance científico, en su momento creyeron que la penicilina sólo sería útil para tratar infecciones sin importancia. Dos décadas después el antibiótico empezó a despertar el interés de los investigadores Chain y Florey durante la Segunda Guerra Mundial para competir con la medicina militar alemana, que disponía de sulfamidas.

— Hans Krebs (1900-1981) descubrió en 1937 el ciclo que lleva su nombre, describiendo el metabolismo celular que trasforma los nutrientes en energía. La revista *Nature* se negó a publicar uno de sus trabajos iniciales, por el que recibió el Premio Nobel en 1953. Según contó en su autobiografía: "El artículo me fue devuelto cinco días después acompañado por una carta de rechazo escrita en el estilo formal de aquellos días. Fue la primera vez en mi carrera, después de haber publicado más de 50 artículos, que yo sufría un rechazo o un semi-rechazo".

— El vacío en torno al descubrimiento de los transposones por McClintock también se prolongó durante varias décadas, hasta que en 1983 le concedieron el Premio Nóbel.

— Cuando en 1946 el geólogo Reginald C. Sprigg (1919-1994) buscaba uranio para la fabricación de bombas atómicas, realizó uno de los descubrimientos más importantes del pasado siglo: la fauna ediacara, que acreditaba la existencia de formas antiquísimas de vida antes del Cámbrico. El artículo que envió a *Nature* comunicando su descubrimiento fue rechazado y tampoco encontró ningún eco dos años después cuando viajó a Londres para informar del hallazgo al Congreso Geológico Internacional. Tuvo que publicarlo en una revista local, *Transactions of the Royal Society of South Australia*, por lo que permeneció ignorada hasta dos décadas después.

— En 1947 el argentino Meny Bergel con 22 años, siendo aún estudiante de medicina, expuso la teoría metabólica de la lepra, que chocó con la teoría infecciosa o bacteriana, vigente desde que la expuso Hansen en 1873, según la cual la lepra está causada por el denominado bacilo que lleva su nombre. Se inició así una sorda batalla que se prolonga desde hace sesenta años. En 2005 siete leprólogos de la Universidad de Madras (India) confirmaron la tesis de Bergel, aunque es dudoso que los defensores de la tesis dominante reconozcan un error tan prolongado sin quedar en evidencia (671).

— En 1956 Severo Ochoa y Marianne Grunberg-Manago enviaron un trabajo sobre el hallazgo de una enzima clave en el metabolismo. La revista *Journal of the American Chemical Society* no supo apreciar su importancia. Ochoa tuvo que argumentar hasta vencer las resistencias de la revista. Por este descubrimiento, que sentó las bases de la biología molecular, Ochoa recibió el Premio Nobel de Medicina tres años después.

— La técnica RIA de radioinmunoensayo, inventada en 1956 por Rosalind S. Yalow y Solomon A. Berson, revolucionó los métodos de diagnóstico porque permitió analizar químicamente los tejidos y sangre humanos para diagnosticar enfermedades, como la diabetes. Es relativamente barata y fácil de efectuar porque utiliza sólo una fracción muy pequeña de sangre o tejido. Los bancos de sangre usan RIA para asegurarse de que la sangre que utilizan en los hospitales no porta enfermedades; también se utiliza para detectar el consumo de drogas, la presión sanguínea alta, la infertilidad, permite identificar a tiempo el hipotiroidismo en neonatos y prevenir su retraso mental (con sólo un pinchazo en el talón y el posterior examen de esta sangre) y muchas otras enfermedades o condiciones. Su artículo fue rechazado inicialmente por *Science* y *Journal of Clinical Investigation*. En 1977 en su discurso de aceptación del Premio Nobel, Yallow citó con nombre y apellidos al editor de la revista, leyendo públicamente la carta que le envió. Sus autores no lo patentaron para

permitir su uso a beneficio de la humanidad.

— Cuando Theodore Maiman (1927-2007) fabricó el primer rayo láser en 1960, la revista *Physical Review Letters* rechazó publicar su descubrimiento y nunca recibió el Premio Nóbel. Fue repudiado en Estados Unidos, pero reconocido en Europa y Japón, teniendo que marchar a Canadá a trabajar, donde narró su marginación científica en un libro titulado "La odisea del láser" (*The laser odyssey*).

— La publicación de la primera versión completa de la teoría de la simbiosis de Margulis (*Origin of mitosis cells*) fue rechazada por 15 revistas diferentes y el manuscrito original se perdió; no logró publicarlo hasta 1967 gracias a la intervención personal de James F.Danielli, editor de la revista *Journal of Theoretical Biology*. Le sucedió lo mismo con la publicación de su primer libro, que fue rechazado después de un año de silencio con una valoración "extremadamente negativa" de su contenido (672).

— En 1973 *Nature* rechazó la publicación del trabajo de Paul Lauterbur sobre la obtención de imágenes corporales por resonancia magnética. Hasta entonces esta técnica no se había aplicado a la fotografía del cuerpo. Treinta años después le concedieron el Premio Nobel por ello.

— En 1982 el descubrimiento de los priones por Stanley B. Prusiner levantó una auténtica tempestad de acerbas críticas que sobrepasaron la frontera de lo científico.

— Fueron tres los censores que en 1984 revisaron un estudio revolucionario del químico Thomas Cech sobre la capacidad enzimática del ARN, criticando duramente que usara términos como catálisis para describir las nuevas funciones del ARN que había descubierto. A pesar de ir contra algunas ideas bien establecidas entre los biólogos, Cech fue reconocido con el Nobel de Química sólo cinco años después.

— En 1987 *Nature* y *Science* rehusaron uno de los trabajos iniciales de Kary B. Mullis sobre la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), una técnica que permite obtener un gran número de copias de un fragmento de ADN particular, partiendo de un mínimo. Es suficiente obtener una única copia de un fragmento original. Los editores no vieron la utilidad práctica de este invento que facilita la identificación de virus y bacterias tanto como de personas (cadáveres) y por el que Mullis recibió el Nobel en 1993.

— Cuando los australianos J.Robin Warren y Barry J. Marshall publicaron en *The Lancet* en 1982 la vinculación entre la bacteria *Helicobacter pylori* y la úlcera gastroduodenal, hasta el momento considerada como una enfermedad crónica vinculada al proceso erosivo de la pared gástrica, la comida picante y al estrés, fueron ninguneados ya que la opinión dominante suponía que las bacterias no podían sobrevivir en el medio ácido del estómago. Warren y Marshall dedicaron dos décadas de su carrera a luchar contra un muro sordo. Marshall llegó a beber un cultivo de *H. pylori*, desarrollando una gastritis y recobrando la bacteria de su propio revestimiento estomacal. En 2005 les concedieron el Premio Nóbel de Medicina.

Hoy Copérnico, Kepler, Galileo, Newton o Darwin también tendrían serias dificultades para publicar sus obras en revistas como *Nature* o *Science* porque algún censor escrupuloso haría un largo listado de sus errores para justificar su función. Sin embargo, Jan Hendrik Schön publicó 15 artículos en *Nature* y *Science* que, a pesar de que fueron revisados por terceros, resultaron ser fraudulentos y fueron posteriormente retirados. La revisión no garantizó la veracidad, Schön quedó desacreditado, pero nunca se ha discutido la solvencia de aquellos revisores.

Las revistas bajo censura, como *Science*, amplifican los errores, como se comprobó también con los artículos de Robert C. Gallo en los que anunció en 1984 el descubrimiento del VIH (Virus de la Inmunodeficiencia Humana), que están basados en uno de los mayores fraudes científicos de la era moderna (673), según constató una investigación del diario *Chicago Tribune* (674) publicada en 1989 que dio lugar a que el gobierno de Estados Unidos creara en 1992 un departamento especial, la *Office of Research Integrity* que, junto con otros tres departamentos oficiales, entre ellos el servicio secreto, realizó una exhaustiva investigación. Las conclusiones no dejan lugar a dudas. No obstante,

la magnitud del fraude ha estado velado por sólo una parte del mismo, el más conocido, que atiende al pleito entre Francia y Estados Unidos por los derechos económicos sobre los tests que diagnostican el SIDA (675). Pero lo de menos era el plagio; eso constituía sólo una parte ínfima de la manipulación: lo importante es dejar constancia de que el fraude no lo desubrió la ciencia (que aún guardia silencio) sino las disputas comerciales de dos potencias de primera línea, como Francia y Estados Unidos.

La investigación que luego daría lugar a los artículos de Gallo sobre el VIH fue realizada por su jefe de laboratorio, Mikulas Popovic, mientras Gallo impartía conferencias por Europa. Sobre la base de sus investigaciones, Popovic redactó un artículo, cuya remisión a *Science* quedó pendiente del retorno de Gallo. Cuándo al volver éste lo leyó, emitió el siguiente juicio: “Este resumen es demasiado trivial para un posible artículo innovador en *Science*”. La realidad no respondía a las enormes expectativas que había depositado en su experimento. Había que adaptar la realidad a sus deseos, manipulando el artículo de Popovic, modificando el título, tachando lo que no concordaba con sus previsiones, llenando de correcciones las diez páginas que le habían dejado y añadiendo otras cinco más de su invención.

El borrador de Popovic no mencionaba que sus investigaciones hubieran tenido por objeto “aislar un nuevo virus”. Posteriormente, el artículo manipulado por Gallo y finalmente publicado en *Science* tampoco aborda el aislamiento de un nuevo virus, aunque lo proclama en el título. Los añadidos manuscritos de Gallo se limitaron a expresiones imprecisas como “proporciona una primera oportunidad de realizar un análisis detallado” o “este sistema abre el camino hacia la detección rutinaria y rápida del HTLV-III y variantes citopáticas de HTLV asociadas”. Son el tipo de afirmaciones que sólo pueden engañar a quienes se limitan a leer los titulares.

Gallo no sólo no encontró ningún retrovirus sino que borró una mención bien clara de Popovic en sentido contrario: “A pesar de los esfuerzos intensivos de investigación, aún no se ha identificado el agente que causa el SIDA”. La conclusión final de Popovic era que el cultivo que él produjo “abre la posibilidad” para nuevos estudios detallados, una frase que Gallo sustituyó por la de “Nuestros hallazgos sugieren que un retrovirus de la familia HTLV puede ser el agente etiológico del SIDA”, y luego, para seguir defendiendo su tesis, mencionaba “nueve hallazgos”, con sus respectivas referencias, que nada tenían que ver con los experimentos que había hecho Popovic.

Un fraude conduce a otro fraude y Popovic lo tuvo claro cuando vio la catarata de manipulaciones de Gallo. Si el asunto trascendía un personaje como Gallo con muchos padrinos en las altas esferas, le responsabilizaría de aquello. Popovic decidió protegerse enviando una copia del expediente a su hermana, que vivía en Austria. Gracias a su previsión, que se demostró acertada, hoy conocemos los pormenores del engaño y a su único responsable: el laureado doctor Gallo, que no pudo descargar sobre nadie su propia responsabilidad, aunque lo intentó.

Algunos fraudes se perpetran para tapar a los anteriores y Gallo envió al Laboratorio de Microscopía Electrónica muestras de sus cultivos celulares que supuestamente contenían el nuevo virus para que se obtuviesen las correspondientes imágenes a fin de ilustrar el engaño en la revista. A la petición de Gallo, el director del laboratorio, Matthew A. Gonda, respondió con una carta a Popovic con copia para Gallo en la que decía: “El Dr. Gallo deseaba estos micrógrafos para publicar porque contenían partículas HTLV [...] Y me gustaría puntualizar que las ‘partículas’ [...] son desechos de una célula degenerada. No se han observado en parte alguna del precipitado partículas libres entre las células ni ‘partículas semejantes-a-virus’ extracelulares. Las pequeñas vesículas extracelulares [...] son por lo menos un 50% más pequeñas que las partículas maduras de HTLV vistas de tipo I, II o III. Insisto: estas vesículas pueden ser encontradas en cualquier precipitado celular”. Para alejar cualquier duda Gonda concluía agregando de forma clara: “No creo que ninguna de las partículas fotografiadas sea de HTLV I, II o III”. A pesar de la rotunda expresión de Gonda, *Science* publicó el 4 de mayo de 1984 el fraude de Gallo con micrografías atribuídas a Gonda y descritas, inequívocamente, como el nuevo virus HTLV-III. ¿Cómo dudar de una realidad fotografiada?

Gallo pudo cometer sus fraudes porque tenía buenos padrinos que siguen amparándole. Cuando ya se conocía su engaño, tuvo que abandonar su cargo en los Institutos Nacionales de Salud, donde había trabajado durante 30 años, pero pudo fundar el Instituto de Virología Humana con costó 7.000 millones de pesetas del Estado de Maryland y del Ayuntamiento de Baltimore. La ciencia es la única actividad que recompensa el fraude: en 2000 a Gallo le concedieron el Premio Príncipe de Asturias de Investigación; en 2007 percibió más de 220 millones de euros de Bill Gates y otros 15 millones de dólares más de otras fuentes en concepto de subvenciones para el desarrollo de nuevos fármacos contra el HIV que aún no han aparecido ni aparecerán jamás. A finales de 2008 un grupo de 37 investigadores dirigieron colectivamente una carta a *Science* pidiendo formalmente que retirara los artículos de Gallo. No han obtenido ningún éxito. Es un fraude que no interesa airear y a *Science* menos que a nadie. ¿Quién revisó el fraude de Gallo? No lo revisó nadie porque hay quien publica sin revisores. Es más: Gallo era revisor de *Science*. ¿Quién revisa a los revisores? Si la Iglesia católica tardó 500 años en rectificar su juicio sobre Galileo, la pregunta ahora es: ¿Cuánto tardará *Science* en hacer lo mismo?

En las publicaciones científicas los errores tienen que tener su espacio y quien desee rectificarlos también tiene que disponer del suyo. La solución no es impedir la publicación de ningún artículo sino favorecer la posibilidad de criticarlo una vez publicado.

La ciencia también tiene sus fetiches, en los cuales fenómenos aparecen invertidos de como son en la realidad. El saber establecido se sostiene por el respaldo político que le prestan instituciones como los ministerios de educación y cultura que imponen por decreto planes de estudio y manuales harto dudosos, cuando no radicalmente falsos, que obligan a estudiar dogmáticamente a los adolescentes desde los primeros años de la escuela. Por ejemplo, en España un libro de texto de biología utilizado corrientemente en el bachillerato comienza con un primer capítulo titulado "Genética y evolución" que a su vez contiene un apartado titulado "La información genética está en el núcleo". El segundo capítulo aborda las "leyes" de Mendel, recogiendo todos los tópicos al uso, a pesar de que buena parte de ellos estén ya desacreditados hace tiempo (676). La mera circunstancia de comenzar un libro de texto para adolescentes acerca del ecosistema introduciendo conceptos tales como los cromosomas o las "leyes" de Mendel es ya toda una declaración de principios micromeristas. La ideología dominante es un componente fundamental de cualquier sistema de dominación política, por más que, al estilo positivista, su aparente asepsia disimule su auténtica condición y contribuya a su proliferación por doquier. No sucede lo mismo cuando la ciencia aparece explícitamente vinculada al materialismo, en donde éste suscita por sí mismo un cierto rechazo por su propia ausencia de neutralidad.

Además del conocimiento y de la verdad, en los hombres y en las sociedades confluyen numerosas fuerzas, no siempre coincidentes, que obligan a la ciencia a abrirse camino de una manera tortuosa, en medio de la confusión, de las discusiones, de los equívocos, los errores, los silencios, las mentiras y la manipulación. Un caso particularmente escandaloso tuvo lugar en 1952, cuando en un artículo publicado por la revista "Etnografía Soviética" Yuri V. Knorozov (1922-1999) estableció las claves para descifrar uno de los enigmas mayores de la cultura humana: los logogramas de la escritura maya. El hallazgo de Knorozov fue repudiado primero e ignorado después casi hasta la caída del telón de acero en 1990. Los epigrafistas occidentales menospreciaron la obra de Knorozov por motivos exclusivamente políticos. Transcurrió medio siglo antes de que su obra fuera traducida a otros idiomas, lo cual -paradógicamente- convirtió a la Universidad de Moscú en el más reputado centro de investigación de las antiguas civilizaciones centroamericanas (677).

El saber no está divorciado de la sociedad a la que pertenece, presentando todas las limitaciones y contradicciones propias de esa sociedad, del momento que atraviesa, de sus necesidades y de sus servidumbres (políticas, ideológicas, económicas, etc.), que han llevado a la ciencia a una caída preocupante, como reconoce Danchin: "La literatura científica, en general, es mediocre. Complejos juegos de poder agitan la comunidad científica internacional y sus relaciones con la sociedad civil. Una mediocridad y unos juegos de poder que a su vez facilitan la acción intempestiva de actores ajenos al espíritu científico que explotan las debilidades del sistema y recurren a la intimidación (la

verdadera ciencia es hija de la duda) capaz de ahogar la verdadera originalidad, invocando la idea a veces correcta de que una cierta ortodoxia corta de miras cuida del grano" (678). Existen múltiples razones por las cuales una determinada sociedad promociona determinados conocimientos en detrimento de otros, o lo que es lo mismo, promociona a determinados científicos en detrimento de otros, que resultan vilipendiados. Pero toda acción provoca su reacción simétrica. Ante el rechazo con el que se acogen sus preguntas, los críticos extienden sus interrogantes hacia aquellos condicionantes (sociales, económicos, políticos) que se resisten al cambio. De ahí que en la crítica sólo aparezca el momento negativo, una especie de repudio dirigido a la ciencia como tal, no el aspecto positivo de la crítica que marca las dudas, los conceptos mal fundamentados o las limitaciones de determinados saberes que se consideran como absolutos e intemporales. De ahí también que la crítica aparezca como una denuncia social, política y económica que desborda el canon científico establecido. De esta forma quien sostiene la ideología dominante se figura representar al científico "puro" mientras cree que el crítico se opone al progreso de la ciencia y la mezcla con cuestiones ajenas a ella.

Como sistema de dominación mundial, el imperialismo y las potencias imperialistas no podrían desempeñar su función si no dispusieran, además de las herramientas militares, diplomáticas y económicas, las de tipo ideológico. Tampoco eso sería posible si éstas se presentaran como lo que realmente son; por el contrario, para facilitar su penetración tienen que figurar como verdadera ciencia, la única posible. Es la manera de llegar hasta las escuelas más remotamente alejadas de los centros intelectuales que la han elaborado, la manera en que los oprimidos se ponen la soga al cuello por sí mismos. El peligro comienza cuando se aperciben de la falta de neutralidad de esa soga que puede acabar con su vida, cuando escuchan o leen algo diferente, aunque se trate de un eco lejano.

En la posguerra para exportar su ideología por todo el mundo, Estados Unidos abrió bibliotecas, fundaciones y centros culturales, estableció agencias de prensa y estaciones de radio, creó instituciones públicas especializadas en propaganda exterior como la USIS (*Unites States Information Service*) y la USIA (*United States Information Agency*). Aún a fecha de hoy una parte muy importante del fondo bibliográfico de las editoriales y las salas de lectura se compone de libros distribuidos (y en buen parte regalados) por este tipo de instituciones durante la guerra fría. Sólo en 1965 la USIS financió la traducción y distribución de más de 14 millones de libros de muy diverso tipo, incluidos los científicos, pero con el mismo contenido ideológico y propagandístico, verdaderas obras de encargo. El *Reader's Digest* es sólo uno de los ejemplos más conocidos de ese colonialismo cultural y científico (679). Jason Epstein lo resumió de la forma siguiente:

> No es cuestión de comprar a unos escritores o a unos universitarios, sino de establecer un sistema de valores arbitrario y ficticio mediante el cual los universitarios obtienen adelantos, los redactores de revistas son pagados, los sabios son subvencionados y sus obras publicadas, no ya, necesariamente, a causa de su valor intríseco, a pesar de que éste sea a veces considerable, sino a causa de su obediencia política [...] La CIA y la Fundación Ford, entre otros organismos, han establecido y financiado un aparato de intelectuales seleccionados por sus posturas correctas en la guerra fría (680).

Si se analizan las biografías de los dirigentes de las fundaciones culturales privadas estadounidenses es fácil observar que casi la totalidad de ellos son altos burócratas del gobierno, la diplomacia, el Pentágono o los servicios de espionaje. A partir de la posguerra no son las universidades ni las multinacionales las que suministran la parte fundamental de la investigación científica, más de la mitad de cuya financiación corre a cargo del Estado y de créditos públicos. Tanto las universidades como las multinacionales de tecnología puntera trabajan para el Estado y, muy especialmente, para instituciones públicas de tipo militar, espionaje o seguridad. Esa dependencia de la investigación respecto al sector público y la guerra no ha dejado de crecer en los últimos años. Los demás países tienen que resignarse a comprar tecnología estadounidense, equipo científico estadounidense y patentes también estadounidenses. Como decía el periodista francés Claude Julien a finales de los

años sesenta, “íntimamente ligado al imperio económico, el imperio militar desempeña por tanto el papel determinante en la edificación del imperio científico que permite a los Estados Unidos importar un personal altamente especializado que contribuye, a su vez, a reforzar el poder de imperio y a sentar más sólidamente su influencia en un mundo cuyos recursos intelectuales explota del mismo modo que saquea sus materias primas” (681).

En 1945 la URSS no sólo no había sido derrotada en la guerra sino que su influencia era mayor que nunca. Su propia subsistencia era un desafío para las potencias imperialistas que se extendía a todos los terrenos, incluido el ideológico, filosófico y científico. Además, al menos durante un cierto tiempo, la URSS se mantuvo relativamente impermeable a la influencia omnímoda que las corrientes del otro lado del Atlántico querían imponer. El lysenkismo sólo fue posible mientras la URSS logró subsistir fuera del radio de acción ideológico del imperialismo estadounidense. No obstante su debilidad, así como su incapacidad para ofrecer una alternativa coherente al mendelismo, bastó con el mero hecho de resistir para que el lysenkismo desatara todas las iras imaginables por parte de quienes veían socavada su autoridad militar, política, diplomática... y también científica.

Lysenko fue un agrónomo influyente fuera de la URSS. Fueron numerosos los filósofos y científicos que apoyaron sus investigaciones, entre ellos el psicoanalista y pensador austriaco Walter Hollitscher, Georg Lukacs (“El asalto a la razón”, 1953), Robert Boudry, Roger Garaudy (*La lutte idéologique chez les intellectuels*, 1955), Louis Aragon, Jean Toussaint Desanti, George Bernard Shaw y otros. En México, Isaac Ochotorena, director del Instituto de Biología de la UNAM, creó una corriente lysenkista que tuvo largo aliento en su país. En Japón, Gran Bretaña, Argentina, Francia y Bélgica llegaron a crearse “Sociedades de Amigos de Michurin” en donde científicos y técnicos colaboraban con los sindicatos campesinos para mejorar los cultivos. La asociación francesa, creada en 1950, editó la revista *Mitchourinisme* y estuvo dirigida por Claude Charles Mathon, llamado el “Lysenko francés”. Entonces era un joven investigador con poco más de veinte años y, como Lysenko, era de origen humilde y también carecía de titulación académica. Mathon viajó a la URSS para familiarizarse con la agronomía soviética y acabó como investigador del CNRS, publicando numerosos libros y artículos científicos sobre botánica.

A finales de 1950 Mathon y su asociación habían puesto en marcha en el sur de Francia unos 5.000 cultivos experimentales con técnicas michurinistas. Se crearon varios equipos de investigación. Uno de ellos fue el Instituto de Investigación Agronómica de Versalles cuyo objetivo fue reproducir los experimentos de Gluchenko sobre hibridación vegetativa de tomates y duró tres años.

Que una sola mano movió los hilos del linchamiento parece evidente cuando se analiza el fenómeno dinámicamente. Se comprueba entonces que las obras científicas incorporan con plena normalidad las tesis agronómicas soviéticas. Es el caso de la obra del británico R.O.Whyte, escrita en 1946, quien presenta los puntos de vista de Lysenko, por oposición a los de la teoría sintética, y expone los resultados obtenidos con la hibridación vegetativa (682). Los mismos críticos, como Huxley o Rostand, adoptan un tono muy diferente antes y después de desencadenar la campaña en 1948. Las críticas a Lysenko elaboradas antes de 1948, como las de Hudson y Richens por ejemplo (683), son muy diferentes de las posteriores, como las de Conway Zirkle (683b). Las investigaciones de Lysenko fueron apoyadas, dentro y fuera de la URSS, por numerosos científicos de varias especialidades. En su condición de botánico, el mencionado Eric Ashby se entrevistó personalmente con Lysenko, de quien critica muy duramente sus concepciones científicas. Le describe como un hombre nervioso y tímido, pero –según Ashby- en ningún caso ambicioso, añadiendo además que tampoco es ningún charlatán ni un *showman*. En su opinión, “Rusia ha hecho notables contribuciones a la genética” y, además, añade que ningún observador puede negar que el materialismo dialéctico “ha dado nuevos ímpetus a la investigación científica en la Unión Soviética” (684). Rostand también reconoció el 9 de setiembre de 1948 en la revista *Combat* las “notables realizaciones de la ciencia soviética”, e incluso fue más allá y afirmó lo siguiente: “Lysenko es un hombre de ciencia muy estimable al que debemos importantes investigaciones principalmente en el terreno de la fisiología vegetal aplicada a la agricultura”. Este reconocimiento

no le impide a Rostand criticar las tesis lysenkistas. Otro crítico de Lysenko, Haldane, también reconoció que él y sus colegas habían descubierto algunos fenómenos genéticos importantes (685). A partir de 1948 este tipo de declaraciones matizadas desaparecen de la campaña. Una excepción fue el biólogo mexicano Isaac Ochotorena, quien consideraba "de una innegable trascendencia social" las "adquisiciones científicas" soviéticas, pues tienden a invalidar, en lo que a la humanidad se refiere, las conocidas ideas de Malthus, sobre las cuales Darwin basó su teoría de la lucha por la existencia, puesto que aumentan y mejoran la subsistencia del hombre" (686).

Hasta 1948 los críticos del lysenkismo eran muy pocos, pero desde entonces se multiplicaron. Sin embargo, los científicos que participaron activamente realizaron su aportación personal al mismo, alquilaron sus títulos académicos pero no fueron quienes coordinaron la campaña, que abarcaba aspectos muy diversos. Tampoco fueron por su propio pie; alguien los condujo allá. Detras suyo había otros personajes que, sin duda, son los mismos que planificaron la guerra fría en su conjunto, aquellos que disponían de capacidad de intervención sobre áreas tan dispares como las revistas científicas o la prensa diaria. Lysenko no copó las primeras páginas de la prensa sólo en Estados Unidos, o en Inglaterra o en Alemania, sino que se trató de un fenómeno internacional bien orquestado.

Cuando en 1948 estalla el "caso Lysenko" en Francia existía una corriente en biología muy distinta que en Inglaterra o en Alemania, las cunas de la genética. En Francia Lamarck estaba sólidamente instalado entre los biólogos, paradójicamente con excepción de quienes eran militantes del Partido Comunista, que se adscribían al mendelismo. La nómina de biólogos franceses que pueden incluirse en el lamarckismo es impresionante: Alfred Giard, Edmond Perrier, Gaston Bonnier, Julien Costantin, Frédéric Houssay, Yves Delage, Felix Le Dantec, Etienne Rabaud... Tampoco en Francia el panorama era estático, de manera que algunos lamarckistas, como Maurice Caullery, se pasaron a las filas del mendelismo en un momento determinado de su trayectoria científica. A mediados del siglo XIX en Francia predominaban las tesis de Pasteur, que reforzaban las posiciones lamarckistas en biología por la incidencia del medio ambiente en el organismo a través de factores externos como virus y bacterias. Aunque resultaría notoriamente excesivo calificar a Pasteur de lamarckista, no cabe duda que algunas de las técnicas que propició -pasteurización, vacunación- tenían ese componente (687). Cabe aquí volver a recordar que, a diferencia de Virchow, la concepción patológica de Pasteur rompe bastante claramente con el micromerismo. Además, Pasteur contribuyó a establecer sólidos lazos entre la biología francesa y la rusa, al incorporar a Elie Ilich Mechnikov (1845-1916) a su instituto, un zoólogo darwinista de formación parecida a la de Timiriazev (688). Como Pavlov, Mechnikov también estaba muy vinculado a Sechenov, siendo corriente en Rusia estudiar la fisiología según el modelo del sistema nervioso y, por consiguiente, como una forma de adaptación al medio, siguiendo las mismas pautas de los reflejos cerebrales.

Descubridor de la fagocitosis, Mechnikov la explicaba como un condicionamiento síquico, una línea que fue seguida por su discípulo Serge Metalnikov (1870-1946). Poco después de la revolución de 1917 Metalnikov huyó de Rusia y también se incorporó al Instituto Pasteur, entonces dirigido por otro ruso discípulo de Mechnikov: Besredka. Lo mismo sucedió con el microbiólogo ucraniano S.N.Vinogradski (1856-1953), descubridor de la intervención de las bacterias en los ciclos de nitrificación, quien se incorporó al Instituto Pasteur en 1922. Los microbiólogos rusos trasladaron a París una concepción biológica muy distinta de la que estaba a punto de imponerse en la biología. Así, Metalnikov incorporó las concepciones de Sechenov y Pavlov sobre los reflejos condicionados, desarrollando una concepción del sistema inmunitario como un instrumento de adaptación del organismo al medio ambiente (689). No se trataba sólo de la consideración de los factores ambientales sino también de la quiebra del modelo descentralizado, micromerista, del organismo heredado de la teoría de las células de Virchow. Al margen de Alemania, en París y Moscú se comenzaba a hablar de "sistema" nervioso, de "sistema" inmunitario y, finalmente, de "sistema" endocrino, con el alcance que a estas expresiones le daba Pavlov: "Denominamos actividad nerviosa inferior a aquella que se dirige a la unificación e integración del trabajo de todas las partes del organismo, y actividad nerviosa superior (en razón de su complejidad y delicadeza) a

la encargada de relacionar dicho organismo con el medio circundante y mantener su equilibrio a través de las cambiantes condiciones externas” (690). El estudio de la inmunidad ha reservado muchas sorpresas a los biólogos. Por ejemplo, supuso la inflexión más decisiva de la trayectoria científica de Faustino Cordón. La presentación que Rafael Jerez Mir lleva a cabo de su obra sobre inmunología en internet es concluyente. Según ella, la primera reacción de Cordón ante los fenómenos de inmunidad -tan alejados de los fenómenos bioquímicos a los que estaba acostumbrado- fue de sorpresa. Su perplejidad la explica Jerez Mir por el débil desarrollo de la inmunología y por el vacío bibliográfico español de la época. Pero, por otra parte, fueron precisamente esas limitaciones las que le permitieron estudiar los hechos con mayor libertad y dar una explicación de los mismos distinta y más rigurosa que la correspondiente a la inmunología de la época. Por de pronto, según la teoría en vigor, el primer efecto de toda inmunización es la liberación y la multiplicación de anticuerpos y, en cambio, conforme a la hipótesis de Cordón, ese efecto aparece como consecuencia de una primera multiplicación intracelular del antígeno, lo que implica la consideración de la reproducción del antígeno como un fenómeno biológico y no como un fenómeno estrictamente químico o molecular. La actitud de Cordón ante la ciencia, apunta Jerez Mir, cambió radicalmente con su estudio en profundidad de la inmunización. Hasta entonces se había venido sintiendo cómodamente instalado en la química orgánica y la bioquímica de la época. A partir de entonces su problemática científica se transformó de bioquímica en biológica y de experimental en evolucionista; propugnó la existencia de un primer nivel del ser vivo, intermedio entre la molécula y la célula, como clave de la comprensión de los fenómenos de inmunidad, y se enfrentó, por primera vez, con el tema central de la biología –la naturaleza del ser vivo: qué es un ser vivo-, buscando su solución evolucionista (691).

A comienzos del pasado siglo el golpe de gracia al micromerismo vino del impulso recibido por nociones tales como las de “ecosistema” que también comienzan a aparecer por aquella misma época. En 1922 se encontraba en París otro científico ruso de relieve, Vernadsky, en donde publicó una de sus obras más importantes, “Geoquímica”, a la que siguió casi inmediatamente la más conocida de ellas, “Biosfera”, verdadero punto de arranque de la ecología científica. Pero mientras un biólogo está considerado socialmente como un científico de verdad, el ecologista es un militante opuesto al progreso de la ciencia y la industria. No es alguien objetivo cuya opinión pueda reputarse como solvente. No se le puede conceder la misma credibilidad al manifestante que grita por la calle que a quien escribe en las revistas acreditadas. Si costó décadas recuperar las concepciones ambientalistas para la biología, no menos penoso resultó lograr que las mismas alcanzaran un estatuto mínimo de dignidad social y científica. Pero a fecha de hoy ese logro no ha sido una síntesis de lo molecular con lo ecológico sino una yuxtaposición, cuando no una auténtica disociación.

Los refugiados políticos rusos que se instalaron en París, de cuya oposición al socialismo no cabe dudar, sostenían sin embargo concepciones científicas no muy distintas de las que proliferaban en la URSS, de donde se puede deducir también que el origen de las mismas no estaba en una determinada ideología política, el marxismo, o en determinadas posiciones filosóficas, la dialéctica materialista, sino en la ciencia misma. Los cien años de historia de la biología que van desde “El origen de las especies” en 1859 a la controversia de 1948 son, pues, muy diferentes en Francia y la URSS que en Inglaterra y Alemania, y no solamente en la biología y en la medicina sino en las prácticas políticas que de ellas se derivaron. Es la denominada “excepción francesa” cuyos orígenes se remontan a la Ilustración. Mientras en Alemania los descendientes de los emigrantes conservan su nacionalidad durante varias generaciones, en Francia la pueden adquirir los hijos de los emigrantes desde los 18 años. Es francés quien desea serlo. Por eso, allá no crearon un archipiélago étnico dentro del mismo Estado. El apartheid y el ghetto son característicos de los países anglosajones (693).

La campaña internacional desplegada en plena guerra fría contra Lysenko tenía como objetivo erradicar la influencia lamarckista en Francia e imponer las tesis mendelistas y racistas propias de las culturas seudocientíficas germánicas y anglosajonas. No parece ninguna casualidad que el

racismo y la eugenesia hayan predominado precisamente en esos dos bloques culturales, a pesar de que quien primero impulsó las teorías racistas fue el francés Gobineau. Pero las obras de Gobineau fueron ignoradas casi completamente en su propio país, mientras que se difundieron ampliamente en Alemania y entre los esclavistas del sur de Estados Unidos durante la guerra civil, al tiempo que la prensa burguesa en Inglaterra tomaba partido por los confederados (694). Algo similar se puede decir de Italia. A causa de ello, dice Canella, hay pocos mendelistas latinos "pues nuestra mentalidad es demasiado meticulosa y apegada a la realidad para no huir de los absolutismos, esquematicismos y... micromerismos". Esas -y otras- razones hicieron que Mendel tampoco fuera bien recibido entre los biólogos italianos (695).

En Francia otro ejemplo es el de Alexis Carrel, a quien ya he mencionado como eugenista y Premio Nóbel de Medicina en 1912. Pero Carrel tenía muchas facetas biográficas y científicas interesantes. Una de ellas es la creación en 1941, bajo los auspicios de su amigo Petain, de la Fundación francesa para el Estudio de los Problemas Humanos, que elaboró algunas de las propuestas eugenistas del gobierno de Vichy, del que formaba parte su Fundación. Los eugenistas siempre han manifestado mucha preocupación por los "problemas humanos". Desde los años treinta del pasado siglo, Carrel formó parte, junto con Jean Coutrot y Aldous Huxley, del Centro de Estudios de los Problemas Humanos. Su obra sobre la incógnita del hombre fue un gigantesco éxito de ventas en su época, alcanzando en sólo tres años varias ediciones y la traducción a más de veinte idiomas. ¿Sería por los valiosos descubrimientos científicos que se exponen en ella? Más bien habría que decir que forma parte del subgénero mendelista al que luego casi nos hemos llegado a aconstumbrar. Para cambiar las leyes sobre nacionalidad e inmigración, la ultraderecha francesa invoca hoy los escritos de Carrel. A la condición de científico de éste hay que sumar la de amigo del aviador nazi Charles Lindberg y la de militante del Partido Popular Francés, el partido fascista de Jacques Doriot. Pero la vida de Carrel transcurrió en Estados Unidos. En 1904 salió de Francia y dos años después en Nueva York se unió al Instituto Rockefeller de Investigación Médica. Allí transcurrió casi toda su vida científica. Tras la liberación de París, la resistencia le buscó para detenerle, acusado de colaboracionista, pero desde su país le llegaron a Eisenhower órdenes estrictas: "No tocar a Carrel". El eugenista francés tampoco era ningún criminal sino un científico "puro", es decir, que merecía la impunidad.

En Francia existió toda una corriente francamente opuesta a las tesis mendelianas que no se dio en los países del eje germánico-anglosajón. Hasta 1945 la universidad de la Sorbona no tuvo una cátedra de genética, casi medio siglo después de Rusia. Ese "retraso" en integrar los postulados genetistas germánicos y anglosajones es lo que favoreció que en Francia el racismo no tuviera la misma intensidad que en otros países capitalistas.

En un contexto científico como el francés, Lysenko no sólo no era un extraño sino que encajaba como un guante en la mano. Por eso la extraordinaria campaña contra Lysenko en Francia también fue una campaña contra la influencia de Lamarck y Pasteur, una batalla por sustituir las influencias científicas autóctonas por otras de origen foráneo.

Todo comenzó el 26 de agosto de 1948 con un artículo de Jean Champenois, corresponsal en Moscú de la revista *Les lettres françaises*, informando acerca del debate de la Academia soviética. El 5 de setiembre le respondió Charles Dumas, redactor de política internacional del diario socialdemócrata *Populaire* con un artículo significativamente titulado "Retorno a la Edad Media". Tres días más tarde toma el relevo el diario *Combat* que abre una tribuna en primera página dedicada al asunto bajo el título "¿Mendel... o Lysenko?", con un subtítulo engañoso que prefiguraba el tono de la polémica: "¿Han ido construyéndose las ciencias de la herencia sobre un error desde hace 200 años?". Pero "las ciencias de la herencia" no tenían 200 años sino apenas la cuarta parte de esa edad, lo cual era un calculado error de bulto para dar la impresión de que Lysenko estaba enfrentado a toda la historia de la biología, a sus mismos fundamentos. En sucesivos números aparecieron las aportaciones de Jean Rostand, André Lwoff, Maurice Dumas, Jacques Monod y Marcel Prenant. La mayor parte de ellos son incapaces de entrar en el fondo porque no lo conocen; se limitan a criticar tópicos y a expurgar sus propios fantasmas. No se habla de vernalización ni del método del mentor

sino de Galileo y la Inquisición.

El 10 de setiembre en *L'Humanité*, órgano del Partido Comunista Francés, George Cogniot replicó a Charles Dumas indicando que Estados Unidos era el único país en donde la Edad Media y la Biblia se habían adueñado de la biología. Lo mismo que en la URSS, la polémica entrará dentro de la filas del propio Partido Comunista. El 15 de setiembre comienzan a participar en el debate otros diarios, como el semanario *Action*, con un artículo de Alain Rimbert defendiendo la herencia de los caracteres adquiridos y afirmando que los michurinistas no niegan la existencia de cromosomas ni genes. A la semana siguiente publica otro artículo de Pierre Bertain en el que sostiene que en la URSS no se ha prohibido la genética mendeliana sino que se ha revisado. Se observa que, progresivamente, el tono comienza a adquirir un carácter más bien periodístico e impreciso, utilizando referencias indirectas.

En en el mes de octubre la revista *Europe* lanza un número monográfico dedicado al debate soviético en el que, por primera vez, aparece un resumen de las actas, además de un artículo modélico de su director, el conocido intelectual Louis Aragon, titulado "Acerca de la libre discusión de las ideas" (696). Al mismo tiempo, a partir del 17 de octubre *L'Humanité* publica una serie de artículos de Francis Cohen, que en aquel momento residía en Moscú y había estudiado biología. El propio secretario general, Maurice Thorez, interviene en la polémica en una carta publicada el 15 de noviembre. La toma de posición del Partido Comunista a favor de Lysenko creó muchos problemas a los militantes que seguían las tesis mendelistas, especialmente a Marcel Prenant (1893-1983), un biólogo que mantenía una postura matizada y personal, demostrando la complejidad de las relaciones entre el marxismo y la biología. Mendelistas como Jacques Monod y Auguste Chevalier abandonan el Partido Comunista desde el inicio mismo de la polémica. Teissier guarda silencio. En noviembre de 1948 Jeanne Lévy, primera catedrática de la Facultad de Medicina de la Sorbona, militante del Partido Comunista e hija de Dreyfuss, defiende a Lysenko desde las páginas de *La Pensée*, aunque se declara mendelista (697). En ese mismo número, Prenant trata de mantener su propia postura: defiende a Lysenko aunque no está de acuerdo con sus tesis.

Prenant era uno de los fundadores del Partido Comunista de Francia y su obra demuestra que tenía un profundo conocimiento de la dialéctica materialista, algo verdaderamente inusual en un científico, incluso en aquellos que se adscriben al marxismo. Prenant tiene el interés añadido de que interviene en la campaña con su propia posición, que no coincide con la de su Partido, y también que dicha posición ya la había dado a conocer con anterioridad a desencadenarse el asunto Lysenko en 1948. Para ser un biólogo francés es tan original que no se alinea con Lamarck, aunque reconoce que el pensamiento de éste "reaparece siempre". Sin embargo, su crítica a Lamarck, como suele suceder es más bien una crítica al ambientalismo neolamarckista de sus epígonos. Observa una contradicción en el neolamarckismo: si cada organismo estuviera adaptado al medio, desaparecería la noción misma de herencia y, por tanto, no habría lugar a heredar los caracteres adquiridos; sin esta herencia los descendientes se adaptarían igualmente al medio de manera automática. Prenant tampoco cabría dentro del neodarwinismo, tal y como existía en la primera mitad del siglo XX, pero la influencia darwinista es muy importante en su pensamiento. En contra de los neodarwinistas desarrolla críticas muy acertadas acerca de la errónea noción de mutaciones al azar y del azar mismo; también expone consideraciones rigurosas sobre la unidad dialéctica entre la generación y la transformación; pero sobre todo adelanta -sorprendentemente- dos tesis que luego irán ganando fuerza en la genética: la de la herencia citoplasmática y la epigenética. Según Prenant, aunque sólo el genotipo es hereditario, el medio influye sobre las células sexuales, de modo que el fenotipo es consecuencia tanto del genotipo como del medio: los cromosomas "no pueden ser considerados como independientes de lo que les rodea porque el núcleo está, al menos en reposo, en interacción material continua con el protoplasma. Pueden, por tanto, sufrir las acciones exteriores e, inversamente, actuar sobre el protoplasma" (698).

En lo que a la biología concierne, la obra de Prenant es la aportación marxista más importante después de la de Engels, incluso tomando en consideración las aportaciones de Julius Schaxel.

A finales de 1948 el Partido Comunista crea otra revista *La Nouvelle Critique* en donde sigue la polémica, cada vez más centrada en el mismo interior de sus filas y en febrero del siguiente año, en una reunión de 500 intelectuales comunistas en Paris, Laurent Casanova critica indirectamente a Prenant, cuyas posiciones eran eclécticas y defiende la errónea concepción según la cual existen dos tipos diferentes de ciencia según su origen de clase. En julio *La Nouvelle Critique* aparece un manifiesto firmado por Laurent Casanova, Francis Cohen, Jean Toussaint Desanti y Raymond Guyot defendiendo la tesis de las "dos ciencias", que no fue abandonado hasta 1951.

Por el contrario, el caso de Rostand es un prototipo del lamentable papel jugado por determinados científicos arrastrados por los pelos a la arena de un debate que les desbordaba. En 1948 Rostand confiesa que participa en la polémica sin haber leido los términos de la misma, lo cual no parece muy propio de un científico. Eso no le impide diez años después volver a la carga contra Lysenko y Lepechinskaia (699), pero esta vez con el tono completamente cambiado. La agresividad es ahora la nota dominante. ¿Se ha informado mejor esta vez? Es imposible decirlo, aunque lo cierto es que sigue sin citar ninguno de sus escritos, lo cual no le impide lanzar toda clase de insultos: fanáticos, delirio científico, politización, intoxicación doctrinal e ideológica, verdad de Estado, etc. Rostand no explica los motivos de su giro. Su caso es un buen ejemplo del científico que con una mano afirma que "cualquier ideología es mala consejera para el investigador" y con la otra aplaude a los nazis. Quizá el fascismo y el eugenismo no eran ideologías sino ciencias "puras", y por eso Rostand fue uno de los que defendieron el eugenismo en Francia antes y después de la guerra (700); quizá también por eso sostuvo públicamente tanto las tesis eugenistas de Alexis Carrel como las leyes esterilizadoras del III Reich. En suma, un estereotipo de los más bajos instintos de aquellos furibundos antilysenkistas de la posguerra. Carentes de personalidad científica propia, apenas llegan al rango de vulgarizadores que escriben al dictado de las circunstancias que, diez años después eran más desfavorables para Lysenko. Basta ojear cualquiera de las obras de Rostand para comprender que, o bien sigue sin conocer los escritos de Lysenko, o bien los falsea a su gusto. Rostand escribió numerosos libros de divulgación científica y en casi todos menciona a Lysenko, pero debería haber reservado un capítulo de su libro sobre las seudociencias para sí mismo.

En España el profesor de bioquímica de la Universidad de La Laguna, Riol Cimas, otro perseguidor de las seudociencias, es un fiel seguidor del método de Rostand de escribir acerca de aquello que ignora por completo, por lo que también debería reservar uno de sus artículos sobre seudociencias para sí mismo. Su artículo contra Lysenko publicado en 2008 por el diario "La Opinión" de Tenerife (701) son otra de esas pruebas de las nulas exigencias de rigor que se requieren para llenar las columnas de la prensa de nuestro país. La ignorancia es atrevida; permite rellenar páginas enteras tanto más fácilmente en cuanto que, en lugar de recurrir a las fuentes, divaga sobre rumores, chismes y bulos aderezados con la imaginación calenturienta del propio autor. La de este cruzado de las seudociencias le lleva a sostener que Lysenko defendía "las teorías más delirantes que se puedan imaginar, impidiendo el desarrollo de la Biología en la Unión Soviética durante más de medio siglo, dando lugar al monumental retraso que, en tal área, sufre hoy la ciencia rusa". Es una manera seudocientífica de perseguir a la ciencia que no elude la referencia jocosa: "El trigo se puede transformar en centeno sometiendo a sus cromosomas a unas cuantas sesiones de materialismo dialéctico". Si Lysenko era un "analfabeto con poder", nuestro profesor de bioquímica es un manipulador con mando en plaza. Sólo hay una cosa peor que las seudociencias: los cazadores de seudociencias.

Los niños mimados del Kremlin

Después de la II Guerra Mundial, en Europa occidental los estadounidenses imponen sus concepciones de la misma manera que sus armas nucleares y su sistema monetario. La ciencia no marcha separada de la fuerza bruta, como han demostrado las investigaciones de John Krige, la más reciente de las cuales se titula "La hegemonía americana y la reconstrucción de la ciencia en la Europa de la posguerra" (702). El modelo fue la superposición de nuevas instituciones científicas a las universidades tradicionales que ya existían. Procedía de la fundación en 1927 del Instituto de

biología físico-química por Edmund Rothschild, que se tuvo que enfrentar a la oposición de los universitarios franceses. Tras la guerra este Instuto pasó a ser financiado por Rockefeller. Entonces la ciencia formó parte del Plan Marshall, de modo que unos científicos cobraban en dólares mientras otros apenas podían sobrevivir. Por ejemplo, el CERN (Centro Europeo de Investigación Nuclear) fue un proyecto estadounidense destinado a evitar que los investigadores europeos resultaran atraídos por la URSS, como había sucedido en 1929. Además, en 1945 existía un gran número de científicos comunistas de enorme prestigio en el continente cuya influencia había que neutralizar. Para imponer en Francia su línea de pensamiento sobre la biología, Estados Unidos debía actuar sobre dos instituciones fundamentales: el CNRS (Centro Nacional de Investigaciones Científicas) y el Instituto Pasteur. El CNRS estaba dirigido por Georges Teissier, que reunía en su persona todas las contradicciones del momento: militante del Partido Comunista, cuñado de Monod y partidario del mendelismo. De los archivos del CNRS se desprende la siguiente situación de la genética en Francia en 1945:

> Institucionalmente, la genética fue una disciplina marginal en Francia por lo menos hasta 1945. No había laboratorios formalmente dedicados a trabajar en ese asunto (aunque, naturalmente, había un importante trabajo en hibridación y cultivo), no había un profesorado de genética, la disciplina ocupaba un lugar menor en el currículo de las instituciones de enseñanza superior y pocos biólogos publicaban investigaciones genéticas relevantes. Las mayores excepciones eran Efrussi, L'Héritier y Teissier, que empezaron su trabajo en genética, sin precedentes franceses, a comienzos o mediados de los treinta.
>
> Esta situación cambió bastante dramáticamente después de la guerra. Algunos científicos que participaron activamente en la resistencia o en el exilio -por ejemplo, los físicos Auger y Joliot-Curie, y los biólogos Efrussi, Monod, Parkine [Rapkine] y Teissier- consideraron que la genética era una disciplina biológica fundamental. Contra la opinión de los biólogos, apoyaron la formación de la primera cátedra de genética en Francia (en la Sorbona) e incluyeron el Instituto de Genética en los planes del CNRS. El coloquio del CNRS 'Unidades biológicas dotadas de continuidad genética' marcó un giro importante; comenzó una línea de trabajo distinta que llegó a caracterizar buena parte del trabajo sobre genética en Francia en las siguientes dos décadas (703).

Desde un principio, pues, el proceso no sólo se llevó a cabo al margen de la universidad francesa sino en contra suya. Dominada por los lamarckistas, aún hoy los historiadores de la ciencia siguen hablando el "atraso" de la biología francesa en 1945. En realidad, se trataba de imponer la nueva biología y para ello era necesario crear nuevos centros de investigación experimental fuera de la universidad y con personal no universitario. En 1946 de los 250.000 dólares destinados por Rockefeller al CNRS, 18.000 fueron al Instituto de Genética, especialmente a Efrussi. Otros 100.000 dólares estaban destinados exclusivamente para organizar conferencias internacionales sobre biología. Una de las más conocidas fue la que convocaron Lwoff y Efrussi en junio de 1948 en París, bajo el titulo "Unidades biológicas dotadas de continuidad genética", que dio lugar a la edición de un libro con el mismo título que recoge las aportaciones realizadas. El Instituto de Genética planeó edificar un barrio entero de edificios dedicados a la investigación en genética cuantitativa, biometría, microbiología, embriología y otros. Dos años después compraron unos solares cerca de París, en Gif-sur-Yvette, levantaron los edificios, instalaron los laboratorios y también aportaron su equipo de científicos incondicionales, formados en California junto a Morgan y sus moscas. Un personaje clave en el desembarco de Rockfeller en Europa fue Louis Rapkine, un ruso que llegó a Francia desde Canadá y que ya mantenía estrechos vínculos con Rockefeller desde antes de la guerra. Su tarea había consistido en reclutar a los científicos que huían de una Europa sumida en el caos para trasladarles a Estados Unidos. En Francia no se encuentran mendelistas que no estuvieran becados por Rockefeller; Philippe L'Héritier (1906-1990) fue otro de ellos. Uno de los más importantes genetistas de la posguerra francesa fue Boris Efrussi. Nacido en Moscú, Efrussi

(1901-1979) había huído de la revolución dos años después de que estallara, instalándose en Francia, desde donde se trasladó a California en 1934 para trabajar con Morgan becado por Rockefeller. Luego regresó a Francia para impulsar allá las nuevas teorías mendelistas. La subvención de Rockefeller a Efrussi ascendía a 50.000 dólares anuales. En 1958 el laboratorio de Efrussi se convirtió en el Centro de Genética Molecular. Por lo demás, Efrussi fue el primer catedrático de genética de la Sorbona.

Pero en 1945 la biología era en Francia un auténtico polvorín para la Fundación Rockefeller. Se juntaban todas las adversidades. Hasta entonces la biología en Francia era lamarckista. La genética fue un coto reservado a científicos extranjeros refugiados en su suelo, la mayor parte de ellos procedentes del este de Europa, como Efrussi, Lederer o Rapkine. ¿No eran lamarckistas los biólogos rusos? ¿No eran comunistas los rusos? ¿No era el CERN era un hervidero de científicos comunistas? ¿No eran todos ellos lamarckistas al mismo tiempo? En 1948 el asunto Lysenko desató todas las sospechas en la Fundación Rockefeller, que debía asegurarse que el dinero tenía como destino a la ciencia auténtica, única y exclusivamente. En febrero de 1950 Warren Weaver escribió una carta a Efrussi exponiéndole sus temores: "Una gran nacion científica [la URSS] ha decidido repudiar ciertos elementos fundamentales del método científico y al hacerlo ha tirado por el suelo el carácter universal de la ciencia [....] Antes de continuar con la ayuda quisiéramos que la dirección del CNRS nos asegurara que los investigadores del instituto de Gif serán libres para seguir su trabajo en el espíritu de universalidad de la ciencia moderna y que podrán continuar su trabajo libres al abrigo de cualquier influencia partidista". El dinero peligraba. El CNRS tuvo que enviar a Efrussi a Estados Unidos aquel verano para que el dinero no dejara de manar. El comentario de Weaver de la entrevista con Efrussi es de alivio: "En tanto que francés por elección más que por naciemiento, [Efrussi] ha expresado un entusiasmo por su país de adopción y [por] la cultura francesa que sobrepasa de lejos lo que se puede esperar de sus compatriotas. Pero esta francofilia está felizmente balanceada por una especie de objetividad y de comprensión frente a ellos. Tampoco hubo ninguna clase de sobreentendidos en nuestras discusiones, que han transcurrido con la franqueza que no cabría esperar de un francés de pura cepa". Afortundamente para Rockefeller su dinero no estaba en manos de un ruso sino de un "buen francés" (703b).

Rockefeller movía los hilos de la ciencia en Europa. Además de mercancías, Europa importaba la ideología de Estados Unidos, caracterizada por el reduccionismo y el mecanicismo más groseros, que se realimentaban con su propio éxito. Algunas técnicas de investigación aplicadas en física también resultaron fructíferas en biología molecular. El descubrimiento en Suecia en los años treinta de la centrifugación y la electroforesis (703c) acabó con los últimos vestigios de la teoría de los fluidos: logró descomponer las complejas moléculas orgánicas, acercando así la biología a la física. A comienzos de los años cincuenta el descubrimiento de la forma de la molécula de ADN por Watson y Crick fue posible gracias al empleo de instrumentos avanzados de cristalografía de rayos X. Paul Zamecnik logró identificar los ácidos del núcleo de las células utilizando las técnicas físicas de partículas radiactivas. Las marcaba mediante isótopos radiactivos, las centrifugaba y luego las detectaba mediante los contadores finos de centelleo utilizados para medir la radiactividad. Pero la física acabó deslumbrando a los biólogos con sus potentes métodos; los medios se convirtieron en fines. Al respecto ha escrito Santesmases:

> Los desarrollos tecnológicos que se habían producido al amparo de la guerra marcaron las pautas de su aplicación en las investigaciones sobre las ciencias de la vida, por medio de esas políticas que se diseminaron por Europa a través de la oficina económica del Plan Marshall, la OECE -luego OCDE-. Las nuevas tecnologías hicieron algo más que eso, no sólo se diseminaron técnicas, instrumentos y sistemas experimentales en vías de diseño provistos de nuevos dispositivos, diseminaron su propio lenguaje. El ADN se convirtió en un idioma, y esto fue así porque la biología molecular asumió como propio el que se había creado para nombrar a los productos del cálculo automático, que produjo máquinas capaces de acumular información y transmitirla. La investigación biomédica experimental se encontró con una visión del organismo y de las

> moléculas como almacenes de información y sistemas de recuperación de esa información. Gracias al desarrollo de la cibernética, de los ordenadores y de las tecnologías de la información nuevas máquinas generaron nuevos lenguajes que se adaptaron al creciente conocimiento genético incluso antes de la descripción de la estructura de hélice doble de la molécula de ADN por James Watson y Francis Crick en 1953. El matemático húngaro emigrado a Estados Unidos, John von Neumann, el también matemático del Massachusetts Institute of Technology Norbert Wiener y el fisiólogo de Harvard Claude Shannon contribuyeron a introducir el lenguaje de esas nuevas tecnologías en el vocabulario de las ciencias de la vida desde la inmediata posguerra. Von Neumann escribió un artículo en que describía a un autómata autorreplicante, una máquina que podría construir otra igual a sí misma si disponía de instrucciones. El mecanicismo resultaba nuevamente alimentado por el desarrollo técnico y aplicado a las interpretaciones sobre los fenómenos vitales [...]
>
> Los contactos personales de von Neuman y Wiener con experimentadores de la biología y la fisiología se encargaron de adoptar tan sugerente exposición de lo que hoy ha llegado a aceptarse como el funcionamiento de los genes. Ellos llevan escrito el libro de la vida, almacenan la información genética que con algunas sustancias capturadas del medio le permitirían reproducirse y sintetizar otras que darían lugar al organismo completo. Francis Crick usó este lenguaje por primera vez en 1957, cuando se refirió al flujo de información genética del ADN a las proteínas y forma parte hoy del vocabulario (idioma) habitual de la biología molecular y de la genética. Fueron los instrumentos técnicos matemático-físicos los que aportaron ese lenguaje y lo convirtieron a su vez en generador de pensamiento y de nuevos experimentos (704).

Monod fue uno de los principales introductores de la genética formalista en Francia en la posguerra mundial. Era un clon científico surgido de la factoría que Rockefeller, Weaver y Morgan tenían en Pasadena. Su madre era norteamericana y en 1936 Boris Efrussi le consiguió una beca de la Fundación Rockefeller para trabajar en el laboratorio de Morgan (705). Monod es uno de los apóstoles del micromerismo, de la "cibernética microscópica" y de lo que él califica de "método analítico". Lo mismo que para Weaver, para Monod las personas somos "máquinas químicas" y la biología no se rige por la dialéctica de Hegel sino por el álgebra de Boole, como los programas informáticos (706).

En 1948 los imperialistas necesitaban a personajes como Monod en Francia, entonces un desconocido, para imponer sus concepciones mendelistas. Monod trasladará el mecanicismo de Wiener y Weaver desde Estados Unidos a su "filosofía natural de la biología" en Francia, aunque se inició en la investigación de un fenómeno calificado como lamarckista: la adaptación enzimática, ya que se trataba de una biosíntesis inducida por el medio. Aunque durante la época vichysta se afilió al Partido Comunista para luchar contra los nazis, dimitió nada más conocer los resultados del debate soviético de 1948. Luego estuvo entre los científicos que se prestaron a colaborar en la campaña de linchamiento contra Lysenko desde la revista *Combat*. En 1970 publicó su libro "Azar y necesidad", un éxito de ventas, en donde ataca al marxismo y a otras corrientes filosóficas después de caricaturizar y tergiversar sus postulados (707). Ese mismo año, además de su libro, también escribió el prólogo para la traducción al francés de la obra de Jaurés Medvedev contra Lysenko. Con contribuciones políticas de esa naturaleza no es de extrañar que le obsequiaran con el Premio Nóbel de Medicina en 1965.

Como Schrödinger, Heisenberg y tantos otros científicos, la biografía y la obra de Monod ilustran claramente el papel de los científicos en la sociedad contemporánea. Las aportaciones de los tres a sus respectivas disciplinas son de primera línea y les han granjeado un prestigio más que justificado. Sus experimentos fueron concebidos y ejecutados con el rigor y la meticulosidad característicos de la argumentación científica. Pero los científicos vienen demostrando que no son científicos las 24

horas del día, ni tampoco a lo largo de su periplo vital. Una vez encumbrado, suele comenzar en la actualidad para el científico una nueva etapa de su vida: la de la explotación de su descrubrimiento, la de las conferencias y libros que, muchas veces, no sólo versan sobre su especialidad sino sobre cualquier materia, sobre todo lo divino y lo humano. ¿Qué es la vida? ¿Qué es el hombre? ¿Qué es el azar? Los científicos están en su derecho de opinar sobre tan trascendentales asuntos, pero otra cosa es que eso tenga alguna relación con la ciencia. En genética, los descubridores de la estructura de la molécula de ADN, Watson y Crick, son un buen ejemplo. Su famoso artículo sobre la doble hélice se condensa en apenas un folio y medio. Lo redactaron cuando aún no habían cumplido los 30 años y, desde 1953, no han vuelto a realizar ninguna otra aportación a su disciplina. Sin embargo, se han empeñado en escribir numerosos libros y pronunciar conferencias cuya relación con la ciencia es remota. Se trata de simples opiniones personales, muchas de ellas mezcladas con afirmaciones religiosas harto discutibles y discutidas que por su racismo y homofobia han desatado un legítimo rechazo en amplios sectores sociales. Como sucede con cualquier persona, una cosa es lo que el científico hace y otra lo que dice. Cristóbal Colón "descubrió" América pero creyó haber llegado a la India. Incluso dentro de su misma especialidad, es muy frecuente que el científico no sea capaz, por su propia formación ideológica, de articular un discurso sobre lo que efectivamente hace porque sus conceptos básicos son erróneos, o simplemente carece de ellos. En sus exposiciones los científicos se conducen con una superficialidad que jamás se hubieran permitido en ningúno de sus artículos científicos, normalmente de tipo telegráfico. Sin embargo, lo mismo que Newton, Laplace o Lamarck, Monod tiene la pretensión de articular toda una nueva "filosofía de la naturaleza", es decir, una teoría general de la biología que le desborda, incapaz de resistir la más leve crítica. Todos los títulos científicos de Monod son insuficientes para salvar una obra tan pretenciosa como "Azar y necesidad". No obstante, hay que reconocer que lo verdaderamente relevante de ese ensayo es que contribuye a deslindar a los mendelistas franceses de los anglosajones porque expresa que la biología requiere ir mucho más allá de los estrechos cauces en los que viene moviéndose. Que el intento resulte estrepitosamente fallido no signica que no deba volverse a intentar.

Como todos los enemigos de Lysenko, Monod también es un eugenista radical que no oculta sus verdaderas pretensiones. Según él, después de dominar el entorno, al hombre no le queda otro adversario que él mismo, una guerra interna dentro de la especie humana, desconocida entre los animales, que es uno de los principales factores de la selección natural. Aplaude los genocidios ancestrales porque han favorecido la expansión de los humanoides más dotados de inteligencia, voluntad y ambición. Entonces la parte cultural del hombre no pudo influenciar ese costado animal que el hombre lleva dentro. Pero ahora esa parte cultural se ha impuesto y la selección natural ya no puede realizar su tarea: el único medio de mejorar la especie humana es el de realizar "una selección deliberada y severa" (708). Ya no se trata de la selección "natural" sino de la "artificial", de reintroducir en la sociedad moderna lo que la naturaleza había venido realizando antaño de forma espontánea. A lo que ya no se atreve Monod es a concretar los medios por los cuales hay que proceder a ello. Las cámaras de gas estaban muy recientes.

El nombre de Monod está estrechamente relacionado con el de François Jacob, autor del libro "La lógica de lo viviente", en donde defiende idénticas posiciones micromeristas y reduccionistas: "Toda la naturaleza se ha convertido en historia, pero una historia en la que los seres son la prolongación de las cosas y en la que el hombre se sitúa en el mismo plano que el animal" (709).

En Francia la guerra contra Lysenko no se ha agotado nunca, generando una colección de infraliteratura del más bajo nivel. Otro anticomunista feroz, Denis Buican, rumano exiliado en Francia, también biólogo, publicó dos libros contra Lysenko en 1978 y 1988, contra el que ya había abierto varias campañas en las universidades de su país en la posguerra. En sus obras la exageración no encuentra límites. Para Buican el lysenkismo sobrepasa los asuntos más feos de toda la historia del conocimiento humano, incluso por encima de la más negra Inquisición de la Edad Media. El maniqueísmo propio de la guerra fría no se había acabado para un resentido como él: mientras Vavilov era el Galileo soviético, Michurin no era más que "un jardinero medio sabio" (710). Poco

después los hermanos Kotek publicaron en Bélgica una nueva obra con la grotesca pretensión de aportar lo que califican como un "esquema de interpretación sico-política" en la cual se refunden los tópicos más vulgares de la guerra fría (711). El 8 de abril de 1998 aún se celebraba un coloquio en París sobre el asunto de Lysenko protagonizado por algunos de los supervivientes de aquellas viejas polémicas de la que no acaban de apagarse los rescoldos.

Otro de los más conocidos ataques contra Lysenko es el que lanzó en 1976 el filósofo Dominique Lecourt, un discípulo de Althusser, quien le prologó su libro. La diferencia entre Lecourt y cualquier otro crítico de Lysenko es que él pretendía hacerse pasar por marxista, igual que su padrino Althusser. Otra diferencia importante es que Lecourt no escribe al dictado de los imperialistas sino de los revisionistas soviéticos. Fueron ellos los que en la época de Breznev le encargaron la redacción de su libro dentro de la campaña de desestalinización y de crítica del "culto a la personalidad". A pesar de su éxito en determinados medios seudomarxistas, el libro de Lecourt, como él mismo reconoce, no aporta nada nuevo. Se apoya en la obra de Medvedev (712) y Joravsky (713) y resulta tan incalificable como ambas. El propio Medvedev reconoció que su libro contra Lysenko no era una obra de historia, sino "un desesperado llamamiento para atraer la atención del público hacia la situación en que se encontraba la biología soviética" (714). No pretendió ningún rigor de análisis sino difundir un panfleto que luego los demás han reconvertido en fuente historiográfica de solvencia.

Un sedicente "marxista" como Lecourt pone el acento de su crítica contra Lysenko en las afirmaciones de éste acerca de la existencia de dos ciencias. Ésta era una manera incorrecta de plantear la polémica por varias razones. La primera porque daba a entender que sólo existían dos bandos en liza, lo cual era erróneo y suscitó quejas por la adscripción de unos y otros en la facción que consideraban que no les correspondía. La segunda porque Lysenko no era una alternativa al mendelismo. Pero sobre todo, había una tercera razón, la más importante: porque pretendía la existencia de una ciencia burguesa y una ciencia proletaria. No obstante, era una expresión muy característica entre los marxistas en aquella época, consecuencia de la influencia del empiriocriticismo y de *proletkult*. Como el positivismo tiene una acepción muy restringida de la ciencia, expulsa fuera de ella todo aquello que no encaja dentro de sus estrictos límites. Por lo demás era una expresión que ya utilizó el biólogo francés Le Dantec a comienzos del siglo XX para referirse al lamarckismo y al darwinismo como "dos tendencias en la biología" (715) y se puede leer también en opositores de Lysenko, como B.M.Zavadovski. Lo que diferencia a Althusser y su discípulo Lecourt de Lysenko y de los verdaderos marxistas es que éstos no separan la ideología de la ciencia y, en consecuencia, reconocen la lucha ideológica dentro de la ciencia y desenmascaran el oscurantismo y la superchería que la burguesía trata de pasar de contrabando bajo etiquetas aparentemente científicas. No existen dos ciencias diferentes; la ciencia no tiene una naturaleza de clase, pero Le Dantec, Lysenko y Stoletov hablaban con propiedad cuando se referían a "dos tendencias" opuestas dentro de la biología. Ese es el sentido exacto de su concepción y no lo que Lecourt pretende.

El énfasis de Althusser y Lecourt contra las dos ciencias quiere convencer de que en biología no hay más ciencia que el mendelismo y derivados posteriores: "Hoy nadie trataría de disputar a la genética mendeliana los títulos que varios decenios de experimentación sistemática le han otorgado con toda evidencia: esta doctrina no es una teoría aventurada y discutible, sino a todas luces la piedra angular de una ciencia universalmente reconocida" (716). Todo empieza y acaba justamente ahí. Lo demás, Lysenko especialmente, es pura ideología y la ideología es algo completamente distinto de la ciencia, si no enfrentado a ella. En Weismann, Mendel y Morgan no hay ideología. Posiblemente también Marx estuviera equivocado al encontrar ideología en la economía política de Adam Smith o David Ricardo; por tanto, también se equivocó al comenzar su obra por la crítica de esas concepciones ideológicas prevalecientes dentro de la economía política de su época.

A los revisionistas franceses y soviéticos no les gustó nunca Lysenko porque la esencia del reformismo consiste en claudicar y hacer concesiones, tanto en el terreno político como en el ideológico. Como en el caso de Stalin, Lysenko les sirvió de coartada para encubrir el fracaso de sus

reformas económicas. En la URSS la cosecha máxima de 1958 nunca pudo ser igualada y a partir de 1964 comenzaron las importaciones de trigo desde Estados Unidos y Canadá. Ahora bien, si los éxitos agrícolas no tuvieron su origen en Lysenko, tampoco podemos pretender atribuir los fracasos al comienzo de su linchamiento sino a la desorganización introducida por las reformas de Jrushov y, muy especialmente, a la privatización de los medios de producción agrícolas. Pero no está de más comprobar que ambos acontecimientos coinciden en el tiempo y que hubo buenas razones políticas para establecer entre ellos una relación de causa a efecto, aunque fuera saltando varias décadas por encima de la historia.

Los imperialistas en el oeste y los revisionistas en el este también fueron capaces de ponerse de acuerdo en su fobia contra Lysenko, cuya marginación en su propio país es ilustrativo narrar, ya que la campaña de linchamiento incide con especial énfasis en su estrecha vinculación con Stalin. La pretensión es la de sostener que las aberraciones seudocientíficas de Lysenko sólo son explicables en el contexto de las aberraciones políticas de Stalin, de que las unas van ligadas a las otras. No obstante, que Lysenko no fuera destituido de sus funciones sino una década después del XX Congreso muestra a las claras que no existía ese vínculo político tan estrecho entre él y Stalin. A pesar de la crítica contra Stalin iniciada por Jrushov a partir de 1956, Lysenko se mantuvo en su puesto y, de hecho, permaneció activo hasta su muerte en 1976. El cambio político no le afectó en absoluto. Es cierto que en 1956 no fue elegido para la presidencia de la Academia, pero también lo es que volvió a ocupar su cargo en 1961 durante otros cinco años y, sobre todo, que estos cambios no tenían que ver con los vaivenes políticos y económicos sino con las modificaciones introducidas por el nacimiento de la era atómica o, mejor dicho, con el aprovechamiento oportunista que los genetistas convencionales soviéticos supieron hacer de esos cambios.

Una nueva era tecnológica había aparecido irreversiblemente en 1945, ante la cual las concepciones de Lysenko, ligadas a la agricultura, parecían una antigüedad remota. La sociedad soviética también había cambiado; en 1948 la URSS ya no era un país rural y campesino sino urbano e industrial, capaz de hacer estallar una bomba nuclear e incapaz de prever sus consecuencias contaminantes sobre la salud y el medio ambiente. Los genetistas enfrentados a Lysenko maniobraron para demostrar que sólo ellos eran capaces de diagnosticar y tratar los efectos de las radiaciones atómicas. Lysenko no tenía nada que decir en radiobiología y sus enemigos abrieron una campaña de presión sobre los peligros de la radiactividad y los residuos nucleares, comprometiendo en ella a los físicos que trabajaban en los laboratorios sometidos, pues, al peligro. Los físicos nucleares eran la élite científica en la URSS, uno de los grupos de presión más poderosos y los mendelistas supieron estimular su susceptibilidad hacia la radiología genética, presentándose como los únicos especialistas en el asunto. En torno a Jrushov se formó una camarilla de intrigantes compuesta por Andrei Sajarov y los hermanos Medvedev (de los cuales uno de ellos, Jaurés, era biólogo). Integrantes de una selecta casta de intelectuales, los tres mantuvieron una relación personal y política muy estrecha entre sí, así como con el entonces profesor de física Soljenitsin, que luego fue más conocido como literato. El primero era físico nuclear, sobrino del biólogo Vavilov y lanzado al estrellato en época de Jrushov como "reformador", aunque su precipitación le llevó a convertirse en uno de los disidentes más famosos de la guerra fría. Por su parte, en 1946 Alexander Soljenitsin reprochó a Stalin no haber sido capaz de llegar a un acuerdo con Hitler que evitara la guerra entre ambos países. A causa de un intento de complot fue condenado a 8 años de reclusión, una experiencia que le condujo a novelar la vida en los campos de trabajo soviéticos. Nunca ocultó sus simpatías hacia la autocracia zarista, lo mismo que hacia el franquismo. Fue rehabilitado en 1956 tras el XX Congreso por Jrushov quien, a fin de cambiar la buena imagen que Stalin tenía entre la población soviética, le recibió personalmente en el Kremlin y a partir de 1962 promocionó sus novelas sobre el gulag. El caso de Jaurés Medvedev es parecido: biólogo, empezó junto con su hermano como estrecho colaborador de Jrushov y acabó de disidente profesional escribiendo libros anticomunistas, el primero de los cuales fue precisamente sobre Lysenko. Lo mismo cabe decir de otro conocido renegado como Sajarov, también físico nuclear, que comenzó siendo "el niño mimado del Kremlin" (717) y acabó dejándose utilizar como altavoz de las campañas de propaganda del

bando opuesto. Como las cosas no suceden por casualidad, también Sajarov inició su andadura de disidente como crítico de Lysenko. A Sajarov le corresponde la primogenitura de otra novedad que la guerra fría no había tenido en cuenta en su munición: que las acciones de Lysenko suben en la medida en que bajan las de Vavilov, y a la inversa. Esta formulación del problema no se le había ocurrido a nadie en 1948 hasta que la lanzó Sajarov 15 años después, momento en que la propaganda empezó a relacionar las biografías de ambos de la manera vergonzante a la que nos tienen acostumbrados.

Ambos componentes estaban relacionados de alguna manera, pero no de la que lo presentan. Durante la gran hambruna soviética, en el invierno de 1921, Vavilov había viajado a Estados Unidos para comprar dos toneladas de semillas y persuadir a la *American Relief Administration* (Agencia Americana de Ayuda) de Herbert Hoover para que enviara trigo a la URSS. Vavilov creó la Asociación para el Fomento de la Agricultura entre América y Rusia, una empresa cuyo objetivo era impulsar la cooperación agrícola entre ambos países y almacenar reservas. En menos de un mes compró 6.224 paquetes de semillas de 26 empresas diferentes. También obtuvo semillas de maíz de reservas autóctonas del norte de Wisconsin que podían resultar adecuadas para florecer en el norte de Rusia, donde el ciclo de crecimiento también es corto comparativamente. Además de las dos toneladas de semillas enviadas, Vavilov volvió a la URSS con 61 cajas de semillas en su equipaje personal, ganándose con 35 años el aprecio del gobierno soviético. A su regreso fue elegido miembro de la Academia Soviética de Ciencias, el primer paso en su carrera científica. Siempre que tuvo ocasión manifestó su admiración por la obra de Lysenko. El 6 de noviembre de 1933 apoyó públicamente en el diario *Izvestia* sus métodos agrícolas como un descubrimiento revolucionario de la investigación soviética. Al año siguiente le escribió al agrónomo proponiéndole una colaboración mutua: “Me parece una necesidad definitiva que Usted, Trofim Denisovich, viaje a Leningrado para permanecer aquí una semana dos o tres veces al año y vea lo que hacemos aquí, y para ayudar a los trabajadores jóvenes a realizar la vernalización más rápida y más efectivamente, una tarea que aquí se está llevando a cabo a una escala mayor. Usted comprenderá bien el significado de este compromiso suyo en este trabajo para nosotros y para Usted”. También le propuso para incorporarse a la Academia de Ciencias y luego le recomendó para que fuera condecorado con estas palabras: “Por primera vez, con penetración profunda y perspectiva, Lysenko buscó vías para controlar los vegetales, sus fases de cambio y transformar los cultivos de invierno en primaverales o las maduraciones tardías en tempranas. Su trabajo es un descubrimiento de importancia primordial, ya que ha abierto un nueva esfera para la investigación y todo un ámbito de posibilidades. Sin duda, el trabajo de Lysenko supone el desarrollo de una rama completa de la fisiología vegetal; este descubrimiento nos puede proporcionar una oportunidad de utilizar en la más amplia escala para hibridar la diversidad mundial de plantas para cambiar sus áreas a los territorios más remotos del norte. Incluso la fase actual de los descubrimientos de Lysenko son de primordinal interés”.

¿Qué condujo a una élite intelectual mimada por el Kremlin a renegar de su propia condición? ¿Por qué tomaron a Lysenko como excusa para justificar sus alineamientos políticos? Si se trataba de corregir errores científicos, ¿por qué Lysenko y no Gurwitsch, por ejemplo? No son preguntas fáciles de responder dada la escasez de fuentes y la nula fiabilidad de las existentes. Únicamente pueden aventurarse conjeturas cuyas raíces no se encontrarán en la ciencia sino en los vaivenes de la situación política en aquel momento. Los niños mimados del Kremlin pretendían abrir la URSS a las influencias culturales capitalistas. Cuantitativamente constituían un ínfimo sector de la sociedad soviética pero, dentro o fuera del Partido Comunista, eran muy influyentes y estaban claramente alineados con los nuevos derroteros anunciados por Jruschov en 1956. A mediados de los sesenta la actitud de la dirección del PCUS no era la misma de 1948. Pesaba la amenaza de una nueva guerra devastadora, atómica, cuando aún no se habían apagado las llamas de la anterior. En 1956 el XX Congreso del PCUS encandiló a los físicos y, naturalmente, a los enemigos de Lysenko. Jrushov dio alas a quienes, como los intelectuales y los especialistas, querían un retorno rápido al capitalismo, abriendo un proceso de cambio que no supo cerrar, ni él ni ninguno de los que le siguieron. Pero la situación política interior se demostró muy oscilante porque las reformas de Jrushov naufragaron en

casi todos los terrenos, a pesar de las numerosas concesiones ofrecidas. Su fracaso, tanto en el plano internacional (distensión) como en el interno (crisis agrícola) se observó muy rápidamente. Su exponente más claro fue el levantamiento de Hungría pocas semanas después del XX Congreso del PCUS. Las novedades de Jrushov llevaron a la URSS al borde de la quiebra, hasta el punto de que no tardó en enfrentarse con importantes sectores sociales, incluido el propio Partido Comunista. Se vio sometido a un fuego cruzado y, como en tantos otros problemas, no supo maniobrar más que con torpeza, de manera balbuceante y demagógica, iniciando un enfrentamiento solapado con los intelectuales derechistas casi desde su misma llegada al poder en 1956. Una parte de los escritores, especialistas, científicos y técnicos apoyaban los cambios pero querían más y utilizaron a Lysenko para probar hasta dónde llegaban las verdaderas intenciones de Jrushov. En 1955 hubo una petición colectiva de 300 científicos exigiendo la destitución de Lysenko y Oparin de sus cargos. Ganaron la primera batalla. Lobanov, un michurinista, sustituyó a Lysenko de la presidencia de la Academia en abril de 1956 y V.A.Engelhardt también logró relevar a Oparin. Los mendelistas creyeron que aquello era el principio del fin de Lysenko y de lo que Lysenko simbolizaba para ellos, pero se equivocaron. El alzamiento húngaro obligó a Jrushov a retroceder. En tres discursos pronunciados en 1957 Jrushov tuvo que expresar su apoyo a Lysenko. Las cosas marchaban mucho más despacio de lo que los mendelistas esperaban, e incluso también padecieron algunos reveses. En 1958 perdieron sus puestos en la redacción de la "Revista Botánica", la de Dubinin del Instituto de Citología y Genética de Novosibirsk, así como la de Engelhardt, presidente de la división de biología de la Academia. Ni unos ni otros quedaron satisfechos con aquel empate; las espadas siguieron en alto.

Como las teorías y las prácticas son siempre "impuras", lo mismo en política que en biología, a partir de 1956 los nuevos derroteros de la URSS fueron muy significativos. Unos cambios (los políticos) conducen siempre a otros (los científicos). El año del XX Congreso del PCUS y la crítica del "culto a la personalidad" fue también el año del desembarco de Rockefeller y la nueva medicina más allá del telón de acero, algo que el magnate estadounidense jamás hubiera podido sospechar sólo unos meses antes. Aquel año crucial Estados Unidos iniciaba sus ensayos con las vacunas contra el virus de la polio y, ante la incertidumbre de los resultados, era preferible utilizar cobayas de países hostiles, convenientemente disfrazadas como asistencia humanitaria o ayuda médica. De ese modo la vacuna se experimentó por vez primera a gran escala en 1956 en diez millones de niños soviéticos (718), el experimento científico más importante que jamás se haya llevado a la práctica. Gracias al ensayo se aprobó luego la vacuna en Estados Unidos, que organizó en torno a ella un espectáculo de circo para presentar ante su propia sociedad el nuevo descubrimiento de la medicina moderna. Nelson Rockefeller, que en 1953 había sido nombrado viceministro de sanidad, financió los ensayos de la vacuna en la URSS, en lo que se presentó como un ejemplo del "deshielo" diplomático y científico. Uno de sus científicos a sueldo, Albert Sabin, inventor de la vacuna, viajó a la URSS para entrevistarse con los médicos soviéticos, especialmente Viktor Zhdanov y Mijail Chumakov, estos devolvieron la visita y, finalmente, Sabin fue condecorado en aquel país en 1959. Entusiasmado por la experiencia, en 1958 Zhdanov, Ministro de Sanidad, reclamó ante la OMS la generalización de la vacuna de Sabin. Chumakov era un virólogo muy conocido dentro y fuera de la URSS. Dirigía el Instituto de Virología de Moscú y luego el de la polio. Había sido Premio Stalin en 1941 y volvería ser Premio Lenin en 1963 por su trabajo sobre la polio. Hoy alguno de los hijos de Chumakov vive en Estados Unidos, donde trabaja como funcionario de la FDA. Metido en el papel de diplomático, en 1987 Sabin ponía a la vacuna de la polio como un modelo de lo que debían ser las relaciones entre Estados Unidos y la URSS (718b). Casi hubiera sido un cuento de hadas de no ser porque aquellas vacunas -como las demás de la época- estaban contaminadas con el virus de los monos SV40. Lo que caracterizaron a las vacunas soviéticas fueron dos detalles: la primera es que la URSS no sólo las fabricó para sus propios niños sino que las exportó, especialmente a unos 60 países de Asia y el Tercer Mundo; la segunda es que mientras algunos países las retiraron pronto, quizá hacia 1963, la URSS las siguió fabricando y distribuyendo hasta 1980.

En el invierno de 1957 se produjo un accidente nuclear en Kishtym, en Cheliabinsk, uno los

accidentes ecológicos más graves de la URSS. El 9 de enero de 1958 Radio Moscú sorprendía a sus oyentes con una descripción detallada de las medidas preventivas que debían adoptarse contra la radiactividad nuclear. En los Urales más de un millón de kilómetros cuadrados de tierras cultivables, bosques, lagos y poblaciones se convirtieron en un paisaje lunar. Evacuaron a miles de personas y la carretera se cerró durante nueve meses. A lo largo 30 kilómetros se podían leer carteles aconsejando mantener subidas las ventanillas de los vehículos y no detenerse en la zona. Un almacén de residuos nucleares provocó una reacción en cadena sembrando la perplejidad de los científicos que siempre habían asegurado que los residuos radiactivos estaban sellados, que eran absolutamente inertes, por lo que una explosión resultaba impensable. Pero se alzó una especie de erupción volcánica contaminante que inundó una región de unos 2.000 kilómetros cuadrados. El viento esparció las nubes radiactivas aún más lejos, afectando a decenas de miles de personas. Fueron trasladadas a hospitales, pero ningún médico sabía cómo proceder en un caso de esa naturaleza. Al año siguiente el gobierno soviético suspendió todas las pruebas nucleares que tenía previstas, aunque por poco tiempo. Entre los científicos se dispararon las alarmas, adquiriendo plena conciencia de los riesgos de la energía nuclear (718c). Las presiones de los físicos lograron modificar los protocolos de manipulación de sustancias radiactivas, imponiendo controles más estrictos. En 1963 se firmó el Tratado de No Proliferación Nuclear con Estados Unidos, verdadero ejemplo de lo que significaba la colusión entre ambas potencias: el Tratado les obligaba al desarme, y eso fue lo que nunca cumplieron; quedaba la otra parte, cuyo cumplimiento trataron de imponer a todos los demás países del mundo: que no podían dotarse de las mismas armas que ellos ya disponían. En fin, una especie de contrato con responsabilidades sólo para quienes no lo redactaron.

En febrero de 1964 Jrushov vuelve a defender a Lysenko en un discurso pronunciado en una reunión del Comité Central; glosa la importancia de sus aportaciones a la agricultura e incluso se responsabiliza personalmente por haber recomendado el empleo de los métodos lysenkistas en algunas cooperativas. Según Jrushov, las cooperativas que habían seguido los métodos lysenkistas habían obtenido más rendimientos que las otras. Para los apegados al esquema de la guerra fría el discurso no dejaba de resultar sorprendente: resulta que 16 años después de la “brutal imposición” del lysenkismo en la URSS aún existían cooperativas que no seguían sus métodos, a pesar de las recomendaciones del todopoderoso secretario general del Partido Comunista... Nueve meses después el todopoderoso secretario general había sido destituido de sus funciones y los motivos radicaban precisamente en la crisis agrícola del país. Cayó Jrushov pero no cayó Lysenko. No obstante, la veda se había abierto y comenzaron las críticas periodísticas. En 1965 la Academia inició una investigación sobre sus actividades. Era el principio del fin. El 4 de febrero *Pravda* publicaba un artículo elogiando a Vavilov y una semana después Lysenko fue destituido de su cargo de presidente de la Academia. La vinculación de Vavilov, especialmente su muerte, con Lysenko, es otra de esas argumentaciones que no surge en los países capitalistas durante la guerra fría sino que proviene de la misma URSS y se traslada más allá de sus fronteras con el mismo formato canónico: mientras Vavilov era un científico, Lysenko está asociado a la política. No obstante, Vavilov fue miembro del Soviet Supremo de la URSS y ganó un Premio Lenin.

Los argumentos aducidos por la Academia para destituirle, reproducidos con ligeras variantes por *Pravda*, el diario del Partido Comunista, fueron varios de los que han circulado por los países capitalistas. En el más puro ambiente de la época en la URSS, el comunicado decía que Lysenko se había aprovechado del culto a la personalidad para adoptar “medidas de presión administrativas” contra sus oponentes, que son inadmisibles en la ciencia. El comunicado continúa diciendo que las concepciones lysenkistas eran erróneas (“dogmas”, decía) y que, sin ningún motivo, Lysenko había rechazado los descubrimientos más importantes de la ciencia contemporánea, mencionando concretamente los tres siguientes:

a) la teoría cromosómica
b) las bases físicas y químicas de la herencia (genes)
c) los nuevos métodos de selección de los animales, plantas y microorganismos

Incluso el comunicado va más allá, asegurando que Lysenko había tratado de suplantar la doctrina

de la evolución de Darwin con una teoría de los “saltos bruscos” en la producción de una especie por otra. También argumentaba la responsabilidad de Lysenko en el retraso de la genética y de la biología, que había repercutido en la falta de formación de los científicos soviéticos. A esa redacción *Pravda* añadía otros dos matices: a menudo las tesis lysenkistas no estaban al “nivel” de la ciencia actual y también repercutieron sobre la medicina. Por fin, no cabe olvidar el nuevo argumento: los perjuicios a la economía, sobre todo a la agricultura, al imponer métodos seudo-científicos. Por tanto, casi nada nuevo que antes no hubieran dicho los artífices de la guerra fría en los países capitalistas.

En un momento en el que la URSS había empezado a importar trigo del extranjero Jrushov le hizo un flaco favor a Lysenko mencionando sus logros en su discurso de febrero de 1964. En la destitución de Jrushov, según Medvedev, “el más grave de los motivos aducidos” por Suslov ante la dirección del PCUS fue su apoyo a Lysenko. No obstante, parece que, una vez más, el académico no era más que una excusa dentro de una batalla política que tenía otros componentes más importantes que los simbólicos. Ucraniano como Lysenko, en el nombramiento de Jrushov la dirección del PCUS había tenido en consideración sus supuestos conocimientos agrícolas. Pero en ningún terreno como en la agricultura las reformas de Jrushov habían fracasado de una manera más estrepitosa y un oportunista como Suslov supo maniobrar: una de las causas más importantes de la destitución de Jrushov fue la crisis agrícola y, vinculando esa crisis a Lysenko, la nueva dirección del PCUS mataba dos pájaros de un tiro; también Lysenko tenía su parte de culpa en la crisis agrícola. A partir de 1964, por tanto, los antilysenkistas tenían otro argumento más para continuar su campaña: Lysenko era responsable de la crisis agraria. Dos años después perdía su cargo de presidente de la Academia y nacía otra leyenda que se fue alimentando a sí misma: crisis agrícola, hambruna, millones de muertos. Esto sucedía en 1966 pero a los oportunistas no les importa adelantar un poco las fechas y situarla 35 años antes. Al fin y a la postre la imagen que hay que ofrecer de la URSS es la de un país en crisis permanente desde su mismo origen. Ni siquiera los reformistas más acérrimos, como Medvedev, se atrevieron a realizar ese tipo de afirmaciones, que procedían de elementos, como Suslov, considerados entre los más “duros” de la dirección del PCUS. Lo cierto es que ni los unos ni los otros se salvan del naufragio.

Cuando (casi) todo cambia hay que prestar un poco de atención a lo que no parece cambiar en ningún caso, a los refractarios a las mudanzas. En medio de aquel pulso hubo una figura política que logró sostenerse aferrado a su cargo: es el ministro de Educación Vsevolod N. Stoletov, uno de los más conocidos defensores del lysenkismo. Nombrado ministro en 1951, en época de Stalin, permaneció durante 25 años en el cargo, una especie de adaptación perfecta a un ambiente muy oscilante que Linneo calificó de *Chamaleo chamaleon*. Stoletov era dos veces camaleón, una como lysenkista para llegar a ser ministro y otra como antilysenkista para seguir en el cargo.

Una de las afirmaciones del comunicado emitido por la Academia para justificar la destitución de su presidente era que Lysenko y sus partidarios habían sustituido al michurinismo con sus propias tesis. Cabía suponer, por tanto, que la nueva dirección se encaminaba a restituir al “verdadero” michurinismo en el lugar que hasta entonces había usurpado el dogmático Lysenko y los suyos. Una farsa. No sólo en la URSS; en todo el mundo el mendelismo está en su apogeo en 1966. Se celebra el centenario de Mendel, lo que permitió a los formalistas organizar un gran espectáculo dentro del telón de acero. En Checoslovaquia fue recuperada oficialmente la memoria del monje. Los revisionistas organizaron una gran conferencia internacional sobre genética en el teatro Janacek de Brno. La estatua de Mendel volvió a su pedestal. El obispo dio una solemne misa en su honor en la catedral de San Pedro y San Pablo, y en el monasterio de Santo Tomás, donde Mendel vivió y trabajó, se ubicó el Museo Mendel de Genética. Los mendelistas lograron atraerse los favores del inmunólogo Milan Haslek, antes en las filas lysenkistas, con el añadido de que en 1968 se sumó a las posiciones revisionistas de Dubcek y su primavera de Praga. Es un fenómeno que no sólo se experimenta en la URSS sino en todos los países del este, lo que demuestra que el revisionismo político va ligado al mendelismo biológico. Cuando en 1959 la República Democrática Alemana establece el Premio Darwin, todos los galardones son acaparados por los genetistas formales:

Chetverikov, Schmalhausen, Timofeiev-Ressovski y Dubinin. La influencia formalista fue allá más fuerte que en ningún otro país del este de Europa, especialmente representada por el genetista Hans Stubbe. Hay quien -absurdamente- sostiene que eso fue debido a que un hijo de Carl Correns, uno de los redescubridores de Mendel, era un alto dirigente del Partido Socialista Unificado. Las explicaciones están en otra parte pero, cualquiera que fuera el motivo, las tesis de Lysenko no fueron bien recibidas en aquel país, excepto en la Universidad de Jena, donde el biólogo Georg Schneider se convirtió en su defensor. Es otro dato de la compleja y diversa vinculación de los distintos partidos comunistas con el lysenksimo.

Ni con Lysenko en el banquillo cesó la polémica. Algunos mendelistas querían más: querían la eugenesia. Medvedev lo encubre de una manera sofisticada (719): después de 1965 la "auténtica ciencia" pudo dedicarse nuevamente a la investigación y la educación. Pero faltaba la "genética médica" y particularmente la "humana", que había sido destruida por racista, sus investigadores detenidos, ya no quedaba ni uno con vida, etc. Por lo tanto, la genética sólo había sido rescatada "a medias". El primer libro de la era postlysenkista en la URSS, redactado por Lobashov en 1967, aunque criticaba el racismo, "hacía afirmaciones muy positivas sobre la eugenesia", dice Medvedev. Surgió una discusión para crear un instituto de genética humana. Al caer Lysenko, Dubinin quedó como la máxima autoridad en genética y le tomaron como nueva cabeza de turco porque no era reduccionista: reconocía que el hombre tenía un componente biológico pero que junto a él existía otro social y cultural, que es dominante respecto al primero. Como consecuencia de ello, afirmaba que aspectos humanos tales como la personalidad y el intelecto no están determinados por el componente genético sino por el ambiente social. Otros, como el propio Medvedev, opinaban que el hombre es un animal (no llega a hablar de "máquina química") y, por tanto, la genética se le aplica por igual lo mismo que a todos los demás animales. Repitieron con Dubinin la campaña desatada contra Lysenko. Le acusaron de prohibir y perseguir la genética humana (sólo la humana esta vez). Aunque Medvedev lo encubre bajo un aspecto médico, lo que ellos pretendían era que no hubiera medicina, es decir, la eugenesia, que la selección natural pudiera realizar su trabajo de aniquilar a los tullidos, deformes y tarados de todas las especies. Por aquella época, en los países capitalistas las políticas discriminatorias, especialmente en materia educativa, se trataban de encubrir con supuestos cálculos del denominado "cociente intelectual", una práctica que fue prohibida en 1936 en la URSS (720). Detrás del telón de acero -especialmente en la República Democrática Alemana- también se dejaba sentir la presión ideológica que el eugenismo, con otras variantes, como la "sicogenética", seguía llevando a cabo en los países capitalistas, dando lugar en Gran Bretaña a uno de los fraudes científicos más espectaculares (721). Era la época del "cociente intelectual" y, en general, de reducción de los conceptos sicológicos a los genéticos, es decir, lo que se había logrado en biología. La siguiente estación era, naturalmente, la llegada de la patraña "sociobiológica" que en la URSS iba a suponer la sustitución de la lucha de clases por la lucha de razas o la lucha nacional, esto es, el comienzo de su propia disgregación como Estado plurinacional, la guerra civil.

Cualquier política eugénica es un instrumento de dominación, en donde los esterilizados, encarcelados o psiquiatrizados van a ser los demás, nunca uno mismo. Los eugenistas se consideran a sí mismos por encima de la mediocridad: son los demás los destinatarios de la marginación. De ahí que sea relevante consignar la experiencia del propio Medvedev, a quien en 1970 internaron en un psiquiátrico en la URSS a causa de un diagnóstico de perturbación síquica, lo que le permitió redactar otro de sus libros, titulado "Locos a la fuerza" (722). Medvedev y los eugenistas deberían saber -mejor que nadie- que en estas cuestiones hay poca ciencia y mucha fuerza, que también los presos están encarcelados a la fuerza, que no entran en sus celdas por su propio pie. Como cualquier medicina, la eugenesia debería empezar por uno mismo; quizá el criterio "científico" de los eugenistas sería otro si llevaran a cabo experimentos eugénicos sobre sus propios cuerpos. Es casi imposible contener una mueca de complicidad ante el espectáculo del policía arrestado, el juez juzgado y el psiquiatra enfundado en una camisa de fuerza. Los dialécticos saben que el remedio está en la misma enfermedad; la vacuna que cura es el mismo virus que enferma.

La colusión entre el este y el oeste no dejó huecos ni dudas. Mencionar hoy a Lysenko es llenarse la

boca de adjetivos truculentos. No fue el agrónomo ucraniano quien pulverizó a los genetistas formales en la URSS sino que fueron éstos quienes borraron a Lysenko del panorama científico de una manera brutal y sin concesiones de ninguna clase. Puede decirse que fue en 1965 cuando su pensamiento y su obra fueron laminados, pero eso hubiera resultado mucho más complicado si fuera cierto el bulo de que los mendelistas estaban en el gulag. Seguían al pie del cañón como lo habían estado siempre, y los revisionistas les abrieron las puertas de par en par en la URSS.

Dawkins acabará comiéndose su sombrero

Con su aparente concepción restringida de la ciencia, el positivismo es incapaz de explicar las relaciones entre la ciencia y la ideología, que sigue jugando malas pasadas. No sólo ha pretendido expulsar a la ideología de la ciencia, es decir, no sólo ha pretendido expulsar de la ciencia a todas las ideologías, excepto a la ideología dominante, sino que, además, dado que no existen "dos ciencias" sino una sola, ha tratado de expulsar de ella a quienes no admiten la corriente dominante. Comte no excluyó a la religión de la ciencia; lo que hizo fue convertir a la ciencia en una religión (723). En ninguna esfera del conocimiento los positivistas han demostrado luchar contra los dogmas, en general, o contra todos los dogmas, sino que su esfuerzo ha consistido en tratar de sustituir unos dogmas por otros: los suyos propios. En la genética esto ha significado que no cabe otra que el mendelismo y sus derivados, síntesis y amalgamas. Todo lo demás no es ciencia sino seudociencia o, quizá peor, "política". De ahí que en su devenir haya sembrado el campo de cadáveres, empezando por Lamarck y siguiendo por Béchamp, Gurwitsch y tantos otros que se han ido quedando sepultados por el camino. Lysenko esólo un ejemplo extremo.

Pero la ideología es inseparable de la ciencia. Sólo el progreso científico va desgranando la ideología de la ciencia, depurando a ésta de sus limitaciones y errores, y formulando postulados más sólidos, mejor fundados o más profundos. La ciencia se despega entonces de la ideología a costa de introducir nuevas ideologías y de convertirse ella misma en ideología. Como toda verdad, la ciencia es relativa en cada etapa del conocimiento a la que alcanza; cuando esa verdad relativa se pretende transformar en un absoluto, en un punto y final, se ha convertido en ideología porque ese punto y final no existe: toda tesis científica va a ser mejorada y superada por otra posterior.

Exponer las limitaciones de la genética no significa combatirla o menospreciarla, sino todo lo contrario. En la historia han existido puntos de partida peores que ese. Conocemos los casos de la astrología o la alquimia. Hoy se trata de disciplinas, cuando menos, despreciadas pero en su momento fueron el punto de arranque de la astronomía y de la química. Que la astronomía haya superado ampliamente la astrología no significa que en ella no se infiltren periódicamente concepciones ideológicas absurdas, como la hipótesis del *big bang*. Nadie es denostado en esa disciplina ni expulsado de ella por criticar esa u otras hipótesis, por más que se presenten en sociedad como tesis y tengan -nunca por casualidad- tamaña repercusión mediática.

Cuando una concepción es errónea no basta con criticarla, con el momento negativo, sino que es necesario, además, oponerle la concepción verdadera. La ciencia sigue un recorrido dialéctico: tesis, antítesis y síntesis. Como su propio nombre indica, la síntesis no se limita a enfrentarse con su contraria sino que la asimila en su interior, absorbe su núcleo racional, lo eleva y lo desarrolla en un plano más elevado. En toda síntesis científica hay, pues, algo de los postulados que le dieron origen y que fueron criticados. Por eso la genética del futuro partirá de los hallazgos encontrados en el siglo XX por erróneos que hayan sido sus planteamientos y fundamentos. Tendrá que partir de ahí porque no hay otros y la ciencia nunca empieza desde cero; la tabla rasa de los empiristas no existe. Tendrá que partir de ese punto y comprender sus limitaciones internas, que son muchas y muy importantes, de las cuales la principal es que ha convertido una verdad relativa en una verdad absoluta. Cuando una verdad se presenta como absoluta es falsa con toda seguridad, lo cual no quiere decir que sea completamente falsa; lo que quiere decir es que, en realidad, es una verdad relativa.

Ningún fenómeno se puede analizar de forma estática, y la ciencia tampoco. En cada etapa del

conocimiento no es posible saber qué postulados son verdaderos y cuáles falsos, cuáles se pueden reputar como ciencia y en dónde se ha infiltrado la ideología. Pero sí se pueden aventurar líneas de desarrollo, aunque para ello no basta ser un buen científico en una determinada especialidad sino que hay que conocer la historia de las ciencias (no de una sino de varias) y conocer cómo son sus evoluciones. Pero esto es algo vedado por el positivismo que no gusta ni del pasado ni del futuro. Pretende que olvidemos aquello que dijo Henry Sigerist, el gran historiador de la medicina del siglo XX: "La historia de la medicina es parte de la medicina". Del mismo modo, cabe decir que la historia de la biología es parte de la ciencia de la biología. Recientemente lo viene denunciando magistralmente el microbiólogo británico Milton Wainwright, lamentando que sus colegas no estudien ni a los clásicos de la disciplina, ni ninguna obra científica que tenga una antigüedad superior a los diez años. Sin embargo, pronostica Wainwright agudamente, el futuro de la microbiología está en su pasado. Para avanzar hacia el futuro tendrá que mirar atrás, rescatar a aquellos que ha dejado olvidados en algún momento de su devenir (724). Las grandes innovaciones científicas no son las que están pendientes de ser expuestas sino las que esperan recibir la atención que se merecen. Si los planes de estudio no consideran que la historia de la biología forma parte de la biología están sustrayendo una parte capital del conocimiento de la disciplina a sus estudiantes. Es lamentable que se estén aprobando tesis doctorales sobre vacunación cuando casi nadie a leído a Jenner, que se estén impartiendo lecciones de ´bacteriología sin poder estudiar a Koch. Es inconcebible que las obras de los clásicos de una disciplina no estén ni traducidas al castellano, ni sean tampoco accesibles en las biliotecas universitarias. Es una de las demostraciones del escandaloso estado real de la ciencia contemporánea.

La ciencia se ahorraría muchos esfuerzos si fuera capaz de vislumbrar las líneas de desarrollo, para lo cual necesita conocer su propia historia. En el caso de la genética se trata de saber si esos desarrollos han ido confirmando las expectativas de las teorías formalistas o si, por el contrario, siguen derroteros diferentes. A mi juicio, 60 años después del informe de Lysenko la experimentación ha demostrado la falta de fundamentos consistentes de la genética, que necesita replantearse la mayor parte de las nociones tradicionales sobre las que se ha asentado, desde el concepto mismo de gen hasta la separación metafísica entre genotipo y fenotipo, pasando por el rechazo a la teoría de la herencia de los caracteres adquiridos (herencia con modificaciones, si se prefiere), la leyenda acerca de las leyes de Mendel, la teoría cromosómica y su "dogma central", entre otros.

En particular, el concepto de gen exige una clarificación que quizá sólo sea posible con su erradicación de la ciencia, como ya sucedió con el flogisto. No es en absoluto necesario para la genética. Una vez conocida la naturaleza material así como la forma de los ácidos nucleicos, la tarea de la genética reside en identificar sus distintos segmentos, clarificar las funciones que desempeñan cada uno de ellos, así como explicar las interacciones con aquello que los rodea. Los ácidos nucleicos ni son conceptos estadísticos, ni códigos universales, ni están tampoco encerrados en una caja fuerte inaccesible. A determinados efectos incluso es posible concebir cada uno de los segmentos de sus largas moléculas como una unidad; a otros efectos no son tal unidad sino que forman parte de una unidad superior. Sus diferentes regiones interactúan unas con otras porque la localización de cada una de ellas tiene un sentido posicional. También parece obvio constatar que los ácidos nucleicos interactúan con las proteínas a las que están tan estrechamente asociados en los cromosomas, con los demás componentes del citoplasma de cada célula y, por fin, con el ambiente externo. Como cualquier otra forma de materia del universo, los ácidos nucleicos se interrelacionan con otras formas de materia, evolucionan y cambian en función del estado de desarrollo del organismo del que forman parte. Unas secuencias se activan y otras permanecen latentes, unos se expresan en determinadas personas y en otras no, unos empiezan a cumplir su función en un determinado ciclo del desarrollo y otros en otro, etc.

Progresivamente el mendelismo se encierra sobre sí mismo; prefiere no mirar los hechos a la cara antes que alterar un ápice de su teoría sintética. Richard Dawkins expresó de una manera muy rumbosa la rotundidad con la que se niegan a reconocer la capitulación del dogma: "Para ser

descarnadamente honesto, pienso que pocas cosas destruirían más mi visión del mundo que la demostración de la necesidad de volver a la teoría de la evolución que se atribuye tradicionalmente a Lamarck. Es una de las pocas circunstancias en las que me ofrecería a comerme mi sombrero” (725). A pesar de esta ceguera empedernida, los fenómenos biológicos habitualmente calificados como lamarckistas siguen proliferando, constituyendo cada uno de ellos otras tantas muestras de la quiebra de la teoría sintética. De una manera creciente, las evidencias de transmisión de los caracteres adquiridos son ya abrumadoras. Como dice Mae Wan Ho, “existe abundante evidencia de la herencia de los caracteres adquiridos en muchas formas diferentes” (726). La microbiología es impensable sin admitir la herencia de lo adquirido. Por ejemplo, en 1950 el francés André Lwoff demostró que la lisogenia es heredable. La explicación es la siguiente: existen virus, denominados fagos, entre ellos el λ, que se alojan en bacterias donde -en ocasiones- permanecen casi totalmente inactivos, sin destruirlas. Las bacterias infectadas por esos virus -denominadas lisogénicas- incorporan el genoma del invasor y, a través de sus divisiones sucesivas, ese genoma se reproduce junto con el genoma bacteriano. De esta manera la bacteria original transmite el virus a su progenie, con la particularidad de que se vuelven resistentes a ser infectadas de nuevo por el mismo tipo de virus que albergan o por otros similares a ellos. Esa resistencia adquirida es consecuencia de que el virus no permanece completamente inactivo dentro de la bacteria sino que segrega una proteína que impide la expresión de las demás secuencias de su ADN. Esa misma proteína represora actúa a la vez como un factor de inmunidad que impide la infección de la misma bacteria por otro virus. Además Lwoff demostró que es posible reactivar externamente de manera artificial, con radiaciones, el virus lisogénico alojado en la bacteria de manera que provoque su lisis, es decir, que la destruya.

La microbiología está relanzando la intervención de los factores ambientales sobre el genoma: “El mundo de las bacterias en cualquier estadio de la historia de este planeta ha estado condicionado por el estado de su hábitat”, afirma Postgate (727). En efecto, los cambios en el hábitat han condicionado la evolución de las bacterias, pero éstas también han condicionado los cambios en el hábitat. Sin ellas no existiría, por ejemplo, oxígeno en la atmósfera. Otro ejemplo de herencia de lo adquirido es el descubrimiento de la resistencia creciente de las bacterias a los antibióticos. Cuando a partir de 1935 se empezaron a utilizar sulfamidas y luego antibióticos, se comprobó que las bacterias se adaptaban a ellos, adquiriendo una resistencia creciente, de manera que para lograr la efectividad del antibiótico era necesario aumentar la dosis o aplicar otro diferente. Los neodarwinistas ofrecen una explicación panglósica que recurre a la selección natural como tópico habitual para cualquier caso imaginable de evolución biológica: cuando una persona toma un antibiótico, mueren la inmensa mayoría de las bacterias, pero no todas; sólo sobreviven las que previamente son ya resistentes. En 1943 Luria y Delbrück llevaron a cabo un experimento con fagos para demostrar que las mutaciones no son consecuencia del cambio en el medio sino que se producen antes del cambio y como consecuencia de la intervención del azar. Poco después, en 1952, los Lederberg llevaron a cabo otro experimento equivalente (728). Apoyándose en su teoría de las mutaciones y en esos experimentos la teoría sintética sostiene que la penicilina es eficaz, de manera que muy pocas bacterias sobreviven en ese medio hostil. Por lo tanto, se produce un hecho diferencial: no todas las bacterias adquieren por igual resistencia frente al cambio ambiental. los Lederberg transfirieron las bacterias supervivientes a otro medio que no contenía penicilina, en el cual, una vez aniquilada la competencia, volvieron a proliferar sin impedimentos. Finalmente volvieron a colocar de nuevo las bacterias resistentes en un medio que contenía penicilina, constatando que todas ellas también eran resistentes, aunque no hubieran nacido en un habitat con penicilina. Según los neodarwinistas eso demuestra que las bacterias resistentes eran variantes producidas al azar que ya se encontraban previamente en la población original, siendo seleccionadas por el ambiente. El antibiótico -el medio- no crea un carácter nuevo en el organismo, la resistencia a los antibióticos, sino que se limita a seleccionar a las que ya lo eran.

Esta versión es preformista porque supone que entre los millones de bacterias que contiene cualquier tejido humano, algunas son ya resistentes a los antibióticos, a pesar de que las bacterias

existen desde hace millones de años, los seres humanos desde hace unos cientos de miles y los antibióticos desde hace sólo cincuenta años. Los neodawinistas tienen dificultades para convencer de que ancestralmente las bacterias ya disponían de una capacidad natural de resistencia frente a una sustancia artificial, creada por el hombre muy recientemente. Del mismo modo, la posibilidad de que hoy existan bacterias resistentes frente a sustancias artificiales que aún no han sido inventadas, desborda la imaginación humana más creativa.

La resistencia adquirida no se ciñe sólo a las bacterias y a los antibióticos, sino que también se ha observado en fenómenos análogos, como en los insectos con respecto a los insecticidas, un fenómeno del que también se apuntan las mismas explicaciones que acabo de exponer. Así, Nichols comienza defendiendo la explicación mendelista, pero reconoce finalmente la insuficiencia de la misma: "La situación real es evidentemente un poco más compleja de lo que acabamos de describir [...] En otras palabras, hay esistencia multifactorial además de resistencia debida a un único gen", una explicación en donde la expresión "multifactorial", como ya he expuesto, remite a los factores ambientales (729).

La plaga de conejos en Australia a partir de mediados del siglo XIX es otro fenómeno similar a los descritos. Para acabar con ellos, un siglo después introdujeron el virus del mixoma que, si bien acabó con muchos de ellos, creó estirpes resistentes no sólo porque mutaron los conejos, sino también los virus, que es la parte que la biología no atiende. Como explica Nichols, cuando un virus coloniza a un ser vivo, se producen interacciones recíprocas entre ambos: el conejo reacciona frente al virus y el virus frente al conejo. De esta manera es más obvio que la explicación de la resistencia adquirida no se puede buscar en la selección natural porque no sólo cambia el anfitrión sino también el huésped (730).

La resistencia bacteriana es uno de los fracasos de más largo alcance de las ciencias de la biomedicina, la veterinaria y la farmacia contemporáneas. Sirve de prototipo para el estudio de otros fracasos científicos, en el mismo terreno o en otros. Hace un siglo, desde el mismo origen de la microbiología como disciplina científica, los investigadores definieron a una parte de la naturaleza viva como un enemigo, como un riesgo para la salud del ser humano, desatando una paranoia de medidas higiénicas contra peligrosos parásitos. Buscaban un hábitat aséptico, sin virus, bacterias, hongos o insectos, es decir, dieron por supuesto que eso era posible, como también supusieron que era posible fabricar sustancias químicas artificiales (antivirales, antibióticos, insecticidas) capaces de lograr su objetivo aniquilador. En los momentos típicos de euforia incluso llegaron a anunciar al más alto nivel que habían logrado o estaban a punto de lograr una aplastante victoria contra aquellos enemigos biológicos. En 1969 el *Surgeon General*, uno de los máximos responsables de la sanidad en Estados Unidos, se permitió la licencia de anunciar el final de las enfermedades infecciosas en un discurso ante los congresistas de su país. Desde el siglo XVIII las medidas sanitarias -personales y sociales- han tenido una importancia decisiva en la prolongación de la esperanza de vida de los seres humanos, controlando piojos, ratas y otros vectores transmisores de patógenos. Pero las campañas exterminadoras se hicieron erráticas precisamente cuando con la aparición de la microbiología pudieron obtener sus mejores frutos, colmando así una "lucha por la existencia" que ha durado cien años y en la que el hombre acabó perdiendo cuando creyó que con los antibióticos tenía en sus manos el arma definitiva. Sin embargo, los antibióticos no han acabado con las bacterias; las bacterias han acabado con los antibióticos. Aunque ha habido "bajas", ambas especies siguen existiendo; la "lucha por la existencia" se ha saldado con la subsistencia de ambos contendientes. Esta expedición bélica no ha sido, pues, una cuestión de bajas sino de altas, no ha sido cuantativo sino cualitativo: ahora existen bacterias más resistentes. El inicio de un manual de parasitología comienza precisamente con la apesadumbrada confesión de este fracaso:

> Con la aparición casi simultánea de antibióticos, DDT, y otros insecticidas y diversos agentes antiparasitarios, por algún tiempo se pensó que desaparecerían las enfermedades infecciosas del panoprama clínico. Que esto no ha sucedido como se esperaba es, por demás, obvio. Apenas iniciado el uso de tales sustancias las bacterias se hicieron resistentes a ellos (731).

Por lo tanto, que tal y como estaba planteada esa guerra se iba a perder se sabía -o se debió sospechar- desde el principio porque lo advirió el mismo Fleming: la penicilina no exterminaba a las bacterias sino que las modificaba, creaba otras capaces de subsistir en un medio hostil (732). En consecuencia, lo que la ciencia tiene que averiguar son los motivos por los cuales, a pesar de ello, se entabló una batalla perdida de antemano, dónde se localizan los errores. Lo mismo que la ciencia, los errores científicos tampoco brotan por sí mismos; cuando se detectan se corrigen, salvo que resulten funcionales al dispositivo burocrático en el que se desenvuelven las ciencias de la vida. Es precisamente la "comunidad científica" la que impide no sólo que los errores se subsanen sino que se multipliquen.

Entre las causas de la resistencia bacteriana, las críticas apuntan a un consumo excesivo de antibióticos pero no desnudan los motivos de dicho exceso que, como las demás formas de intoxicación farmacológica, son características de la posguerra. Una parte muy importante de los motivos hay que buscarlos en la política comercial de las multinacionales farmacéuticas. No sólo han estado intoxicando al cuerpo humano con antibióticos sino que también se han utilizado para el engorde del ganado; no sólo han suministrado antibióticos al ganado cuando caía enfermo, sino también cuando estaba sano. En los años cuarenta se descubrió que los micelios secos de *Streptomyces aureofaciens* –una fuente de antibióticos tetracíclicos– favorecían determinadas interacciones intestinales que aumentaban el peso del ganado. La cadena trófica aumentaba la dosis propia de antibióticos que llega al cuerpo humano por medio de la carne, la leche, el queso, la mantequilla y otros derivados.

Una política comercial falta de escrúpulos hacia la salud no sólo ha propiciado un consumo excesivo de antibióticos sino, además, un consumo indebido. Por ejemplo, los médicos han estado -y siguen- prescribiendo antibióticos para el tratamiento de infecciones virales, como la gripe y el resfriado común. No obstante, sólo un 15 por ciento como máximo de las bronquitis están ocasionadas por bacterias, siendo el resto de origen viral. Lo mismo ocurre con la irritación de garganta y determinados casos de otitis. Algunos cálculos estiman que el 80 por ciento de los antibióticos que se prescriben en las consultas de atención primaria para tratar infecciones respiratorias no aportan ningún beneficio para la salud del paciente (733).

Pero conviene volver a recordar que los factores económicos y sociales no han creado sino que sólo han sostenido una errónea concepción predominante dentro de la "comunidad científica", impidiendo que la misma fuera debidamente apreciada y corregida. La verdad siempre estuvo a la vista pero la ciencia miraba hacia otro lado, de manera que cuando los científicos descubrieron que determinadas bacterias -por ejemplo, las anaerobias- no eran ningún enemigo, el asunto dejó de interesarles. Ocurrió a partir de 1890 con la "flora de Vaillon", las bacterias que colonizan el interior del cuerpo humano. Durante décadas fue algo olvidado, reapareciendo en la década de los sesenta del siglo XX cuando aquellas bacterias inofensivas reaparecieron como patógenas, proceso que culmina en 1974 con los estudios de Weinstein (734). Es otro ejemplo del denostado antropocentrismo con el que seguimos contemplando a la naturaleza. La microbiología sólo presta atención a las bacterias perniciosas, creando la asociación característica entre la bacteria y su consecuencia perjudicial para la salud de los seres humanos. Sin embargo, lo que la ciencia tiene que analizar son las causas por las cuales en determinadas condiciones las bacterias se transforman en perjudiciales para la salud humana, algo que también sabíamos desde que al final de su vida Pasteur hizo su autocrítica: el problema no está en la bacteria sino en el terreno propicio que encuentra dentro del cuerpo humano. Cada vez que respiramos introducimos en nuestro cuerpo más de 1.800 tipos distintos de bacterias; el problema no puede estar ahí. Claude Bernard tenía razón, añadía Pasteur (735): lo que hay que vigilar no es el microbio sino a su anfitrión. El microbio causa un perjuicio cuando el organismo está debilitado. Es el caso de las múltiples infecciones contraídas por los pacientes ingresados en los hospitales, cuyo sistema inmune se encuentra extraordinariamente debilitado por la ingesta de antibióticos. La ciencia ha creado resistencia en las bacterias y debilidad en los seres humanos:

> Quizás el factor que mejor caracteriza la evolución de los conceptos referentes a la

> infección nosocomial durante los últimos años es la importancia creciente que se le concede al huésped [anfitrión] en el desarrollo de la infección, condicionada por el hecho de que los pacientes hospitalizados cada vez más son más viejos, más enfermos, más inmunodeprimidos y por tanto más susceptibles. La mayor esperanza de vida, especialmente en lo que respecta a la prolongación de la vida en enfermos crónicos y terminales, conduce a un aumento de las susceptibilidades del paciente y por consiguiente a una elevación en el número de enfermedades nosocomiales. Es decir, la susceptibilidad del huésped [anfitrión] se ha convertido en uno de los principales condicionantes de las tasas de infección nosocomial (736).

Una vez situado el punto de vista de la resistencia bacteriana en el sistema inmunitario se comprende que el fenómeno nada tiene que ver con las explicaciones neodarwinistas. Frente al medio, las bacterias adquieren resistencia a los antibióticos modificando su genoma por varias vías y con varias rutas también distintas. Una de las más eficaces es la segregación de una enzima, la penicilinasa, que hidroliza el antibiótico, haciendolo inoperante. La producción de esta enzima se debe a una mutación en su genoma, a una modificación de una secuencia de su ADN capaz de sintetizar la enzima enemiga. Esa mutación no es creador sino criatura, no es espontánea sino inducida por el medio. Un factor ambiental, el antibiótico, perturba la existencia de la bacteria y ésta reacciona desactivando los sistemas que normalmente controlan que la replicación del ADN sea la habitual. Barry G. Hall ha demostrado que las modificaciones del medio ambiente multiplican el número de mutaciones génicas de las bacterias. En condiciones de tensión ambiental, las células entran en una fase de hipermutaciones en las que aumenta la probabilidad de que adquieran un fenotipo que ayude a su supervivencia. La bacteria desarrolla una enorme cantidad de mutaciones en su genoma, genera numerosas variantes de sus secuencias de ADN. Algunas de ellas resultan ser resistentes al antibiótico en cuestión, y entonces empiezan a proliferar. El fenómeno, por lo tanto, es a la vez cuantitativo y cualitativo. Es cuantitativo porque en presencia del antibiótico aumenta la frecuencia de las mutaciones de 10 a 10.000 veces, hablándose entonces de hipermutaciones. Los antibióticos, en expresión de Mae Wan Ho, actúan como si fueran las hormonas sexuales de las bacterias. Es también cualitativo porque no se trata de mutaciones al azar sino dirigidas por el medio y adaptadas a él. No se modifica cualquier región del genoma sino precisamente aquellas que permiten a la bacteria subsistir en un medio modificado. Pero lo interesante es que el fármaco crea resistencias nuevas que luego se heredan en las sucesivas generaciones de bacterias. Es más: éstas intercambian ADN que les permite modificar la secuencia de ADN no sólo dentro de la misma especie, sino de una a otra especie.

Los animales superiores sólo elaboran una parte mínima de la cantidad y diversidad de anticuerpos que son capaces de producir. Cada linfocito B lleva consigo un anticuerpo distinto y las estimaciones indican que los mamíferos tenemos entre uno y diez millones de linfocitos B. Pero la variedad de anticuerpos que podemos producir, su potencia molecular, es de un orden varias veces mayor que ése. Ante la presencia de un antígeno (una bacteria patógena en el caso que aquí concierne), los linfocitos B que portan los anticuerpos correspondientes, interaccionan con él y comienzan a multiplicarse, un proceso que -una vez más- no es sólo cuantitativo sino también cualitativo, porque esos linfocitos modifican su ADN para que cada una de las copias que crean no sea idéntica al original y, por consiguiente, sea capaz de producir anticuerpos también diferentes. El antígeno induce una multiplicación cuantitativa acompañada de una diversificación cualitativa. Esa mutación inducida en el ADN no es aleatoria sino que se produce exactamente en la región del genoma que regula la producción de las regiones variables de la inmunoglobulina, que ocupa aproximadamente una millonésima parte del genoma celular. Según Milstein, se trata de hipermutaciones (especialmente sustituciones de bases) a una velocidad de mil por cada base y cada división celular, es decir, 10.000 veces superior a la observada en otras regiones del genoma. La velocidad de mutación, dice Milstein, es posible precisamente porque se concentra en una parte minúscula del genoma. Finalmente, Milstein sostiene que dichas mutaciones no son dirigidas de manera que muchos de los linfocitos perecen, aunque posiblemente una de cada diez o veinte

prospera, creando un anticuerpo mejor contra el antígeno. En estos casos la interacción entre el antígeno y el anticuerpo envía señales al núcleo del linfocito B para que continúe el proceso de división. Sin embargo, más adelante sostiene lo contrario: "Los linfocitos B tienen una maquinaria especial que dirige ese proceso de hipermutación de una manera mucho más simple y eficiente de lo que nosotros podemos hacer por bioingeniería" (737).

La segunda vía por la cual las bacterias adquieren resistencia a los antibióticos es por medio del intercambio de ADN entre las bacterias, que es otra de las grandes sorpresas que la genética actual depara a la teoría sintética. Aunque durante años los genetistas aseguraron que el ADN provenía exclusivamente de los ancestros, hoy está comprobado que una buena parte de sus secuencias provienen de virus exteriores al organismo, utilizando la perífrasis "transferencia horizontal de ADN" para disimular la intervención de los factores ambientales sobre el genoma. La transgénesis es un proceso que se verifica de manera natural entre los seres vivos, los cuales intercambian ADN entre sí no sólo a través de la reproducción, sino también por la actividad de virus y bacterias. El ADN vírico puede integrarse por sí mismo en el genoma de la célula anfitriona. Este fenómeno permite que secuencias de ADN de una especie se incorporen al genoma de la otra. Así, una babosa marina, *Elysia chlorotica*, es capaz de sintetizar clorofila por una transferencia de ADN entre la babosa y las algas que consume. Como consecuencia de esa transferencia horizontal, un animal puede fabricar un pigmento vegetal. A través de los virus recibimos secuencias de ADN de muy diversas procedencias: de bacterias, de otros animales e incluso de especies alejadas, como las plantas. Más de 200 secuencias del genoma humano provienen de microrganismos. Más en concreto, el ADN extracromosómico (el que se aloja en las mitocondrias, cloroplastos y plásmidos del citoplasma) no son más que bacterias alojadas dentro de nuestras células. Dentro de los cromosomas los cambios de posición de las secuencias de ADN no sólo tienen una causa externa al propio genoma sino que también tienen un origen vírico. El intercambio genómico entre especies está modificando la concepción de la evolución, que no progresa sólo como una diversificación de organismos en especies separadas, cada uno de los cuales evoluciona por su cuenta, sino que las especies siguen interaccionando continuamente unas con otras. El origen de la célula eucariota (nucleada) y, por tanto, de los primeros componentes de los seres vivos tiene su origen en el acoplamiento de virus y bacterias. Según esta concepción, los seres vivos serían agregados de bacterias que se van especializando progresivamente con el transcurso del tiempo. Las bacterias no sólo fueron los primeros organismos vivos que aparecieron en la Tierra sino las creadoras de las condiciones para la aparición de la vida. Su desarrollo se produjo por mutua asociación entre ellas: unas bacterias asimilaron a otras pero no las digirieron.

La tesis de la herencia citoplasmática es otra de las vías que se han ido abriendo camino en la genética de la posguerra, resultando comprobada experimentalmente por el belga Maurice Chevremont en 1972. Hoy sabemos que hay ADN en las mitocondrias, cloroplastos y plástidos. En 1988 se lograron aislar las mitocondrias del resto de la célula. Cada una de ellas tiene cientos de mitocondrias, y algunas, como las hepáticas, más de mil. Cada mitocondria tiene su propio ADN del que depende casi un millar de proteínas que son enviadas al núcleo celular e intervienen decisivamente en la programación de la información genética nuclear. Como ya he expuesto, la herencia citoplasmática no responde a las leyes de Mendel y su código es diferente del cromosómico. Hoy su importancia científica no para de crecer. Según Briggs y Walters, "los estudios rápidamente desarrollados sobre la herencia no cromosomática pueden hacer aceptables de nuevo las ideas neolamarckianas sobre la posibilidad de la herencia de caracteres adquiridos. Tales ideas no están de ningún modo muertas" (738). Como he dicho antes, el ADN citoplasmático presenta una fuerte dependencia de factores ambientales. Por ejemplo, la tasa de reproducción de sus componentes se puede controlar por medio de la luz, la temperatura y la nutrición. Por ello muta mucho más rápidamente, ya que, además, no dispone de enzimas reparadoras.

La herencia citoplasmática no es un fenómeno secundario frente a la herencia cromosómica (739). Por ejemplo, en la bacteria *Rizhobium leguminosarum* son los plásmidos los que fijan el nitrógeno, contribuyendo a una fase fundamental del ciclo biogeoquímico. A efectos evolutivos, el estudio de

la herencia extranuclear tiene mucha mayor importancia que la nuclear y, según ha reconocido Margulis, está en el origen de su teoría simbiótica, la cual "está transformando la genética citoplasmática, anteriormente marginal, en una materia fundamental para los estudios genéticos" (740). Por otro lado, la herencia citoplasmática es el centro de la ingeniería genética porque algunos plásmidos son integrativos, pudiendo insertar secuencias de ADN en los cromosomas nucleares. Se denominan "vectores" y están disponibles para uso comercial, así como para disponer de copias de secuencias particulares de ADN. Cuando un plásmido se inserta entre los cromosomas nucleares, se convierte en una parte de su genoma y recibe el nombre de episoma. Al integrarse en el cromosoma, el plásmido modifica el funcionamiento de la secuencia de ADN, pudiendo llegar a impedir su expresión. Los plásmidos también pueden retornar del cromosoma al plásmido, o incorporarse a otros plásmidos dentro del mismo citoplasma.

No obstante, en definitiva, tanto las mitocondrias en los animales, como los cloroplastos en los vegetales y los plásmidos en las bacterias, aunque se encuentren fuera del núcleo celular, constituyen formas de herencia basadas en el ADN. Además, las proteínas también desempeñan un papel fundamental en los fenómenos biológicos. La embriología experimental ha demostrado la trascendencia del citoplasma en el transcurso de las primeras etapas del desarrollo embrionario. Son las proteínas sintetizadas en el citoplasma las que controlan la actividad de las secuencias de ADN nuclear. Al principio del desarrollo, la síntesis de estas proteínas la codifican mensajeros estables, preexistentes, que tienen un origen materno. Por consiguiente, en las primeras fases embrionarias es el citoplasma, el cuerpo de la célula, el que orienta el conjunto del desarrollo. Luego, a lo largo del desarrollo posterior se producen interacciones continuas entre el núcleo y el citoplasma que conducen finalmente a la diferenciación celular. El citoplasma pone en funcionamiento las secuencias de ADN nuclear en función del estadio de desarrollo alcanzado por la célula. Posteriormente el protagonismo del núcleo y las secuencias de ADN cromosómico crece con la gastrulación y se reafirma cada vez más cuando las células de los diversos tejidos se diferencian. El núcleo es imprescindible para que el desarrollo continúe más allá del periodo inicial de segmentación del huevo. En ausencia completa del núcleo, en el mejor de los casos, el huevo se segmenta incontroladamente varias veces. Por sí mismos los núcleos de las células embrionarias son equipotenciales, es decir, pueden desarrollarse en muchas direcciones distintas. Si se injertan núcleos idénticos en citoplasmas heterogéneos, bajo la influencia de cada uno de éstos, los núcleos se modifican de tal manera que algunas de sus secuencias de ADN se activan; a su vez, esto provoca modificaciones del citoplasma circundante, que se vuelve entonces aún más heterogéneo.

Algunas proteínas del citoplasma, los priones, también son hereditarias, es decir, que existen formas de transmisión de caracteres que no se fundamentan en el ADN y que, como las demás formas de herencia citoplasmática, se transmiten contraviniendo los postulados mendelistas. Los priones son proteínas de unos 250 aminoácidos con la misma secuencia lineal que otras, de las que se diferencian por el pliegue tridimensional. En una predominan los pliegues α (en espiral) mientras que los β (en láminas) predominan en la otra. Como dos proteínas funcionan de manera diferente según su configuración espacial, los priones también se diferencian funcionalmente de las proteínas con las que comparten la misma secuencia de aminoácidos. Como he puesto de relieve anteriormente, esta configuración espacial de las proteínas desmentía la hipótesis secuencial que Crick había defendido en 1957: la secuencia de aminoácidos no determina la forma de plegamiento de la proteína puesto aque una misna secuencia tiene dos pliegues diferentes; por consiguiente, dicho plegamiento tampoco viene determinado por la secuencia de bases del ADN.

Como sucede con los fenómenos biológicos que contradicen el mendelismo, los priones se han considerado hasta ahora exclusivamente como patologías, algo más propio de la medicina que de la biología. A consecuencia de ello, en los mamíferos las formas proteínicas con pliegues α se designan como PrPc y las que los tienen β como PrPsc, donde sc se toma de *scrapie*, la enfermedad que provoca tembleque en la ovejas. Virchow dió el nombre de amiloides a las sustancias compuestas por proteínas con pliegues de tipo β que, ciertamente, en ocasiones están ligadas a patologías (amiloidosis) progresivas y letales. Por ejemplo, en mamíferos las proteínas con pliegues

de tipo β provocan graves trastornos neurológicos. La PrPc forma parte de las membranas de algunos tipos de células, entre ellas las nerviosas. En 1931 el chino Hsien Wu propuso que el pliegue de la cadena polipeptídica da a las proteínas nativas una estructura tridimensional específica estabilizada por enlaces débiles, no covalentes. Los cambios de configuración tridimensional de las proteínas con las altas temperaturas y presiones así como con los valores bajos de pH modifican esa configuración y, en consecuencia, su función biológica original. Es la causa de que la clara de un huevo cocido sea blanca y sólida como el almidón. No obstante, la formación de amiloides no es necesariamente patológica. Por el contrario, según Yuri O. Chernoff, es una de las formas de pliegue más antiguas de las proteínas, desempeñando un papel evolutivo y adaptativo en determinados seres vivos. Se han encontrado configuraciones amiloides funcionales en todos los seres vivos, desde las bacterias a los mamíferos. Algunos priones de la levadura son similares a las de los mamíferos. También se han encontrado priones en hongos, donde desempeñan funciones tan importantes como la regulación del nitrógeno. Un prión como PSI+ es un mecanismo de variación genética y diversidad fenotípica que responde a cambios en el entorno. La evidencia experimental apunta a que los priones modulan epigenéticamente una gran variedad de procesos biológicos fundamentales, muchos de los cuales están aún por descubrir. Sufren mutaciones que les permiten adaptase al medio en el que se encuentran. Una población de priones clonados, idénticos, se vuelve heterogénea debido a la acumulación de mutantes.

Como los ácidos nucleicos, los priones también se auto-replican. La proteínas con pliegues amiloides inducen a cambiar los pliegues α de las demás proteínas, es decir, no se multiplican generando nuevas copias de sí mismas sino que contagian su forma a la otras. Si un animal no tiene la proteína normal PrPc, el prión no se replica aunque se le inocule desde fuera, resultando inmune a la enfermedad. El ritmo de transformación del plegamiento α al β es exponencial, con largos periodos de incubación al principio y un final muy rápido que acaba provocando una degradación irreversible del tejido nervioso.

Apenas es posible concebir un hallazgo que sacuda de una manera más frontal al mendelismo que la mera posibilidad de una herencia que se fundamenta no en el ADN sino en proteínas. Por eso los priones han sido otro de los jarros de agua fría arrojados contra el mendelismo, que ha reaccionado de la manera acostumbrada, calificando como seudociencia algunas de las investigaciones al respecto. En un artículo Chernoff comentaba la airada carta que recibió de un biólogo: “Después de publicar uno de mis artículos que tratan sobre los priones de la levadura, recibí una carta de un biólogo que trabaja en un campo diferente, que rechazó airadamente los priones como pseudociencia debido a que tal concepto contradice, a su entender, las leyes básicas de la biología. Esta carta condujo mi atención hacia el hecho de que en su conjunto la comunidad biológica siempre tiene dificultades para situar los fenómenos del prión en un cuadro general de los procesos moleculares que se producen en los sistemas biológicos. Ciertamente no les ayuda que las pruebas de los priones, otros trastornos del acoplamiento de proteínas y los fenómenos de herencia estructural, se han acumulado en diferentes modelos experimentales y utilizando técnicas muy diversas”. Comenta Chernoff que la importancia de los priones y lo que califica como “herencia estructural” o herencia basada en proteínas es tan abrumadora que se ha hecho necesaria la publicación de una nueva revista exclusivamente dedicada a este fenómeno (741).

Otro descubrimiento reciente, la tolerancia humana a la lactosa, ilustra con claridad los dilemas en los que se desenvuelve la genética contemporánea, por lo que es interesante exponer con un cierto detalle este fenómeno, que tiene una relación estrecha con la teoría de la evolución.

Después de la II Guerra Mundial, para aliviar el hambre y las enfermedades que asolaban a grandes regiones del planeta, Estados Unidos envió toneladas de leche en polvo a muchos países necesitados. Es un ejemplo carácterístico de la manera en que se implementa la ayuda internacional. En Europa y Estados Unidos la leche ha sido y es el alimento por antonomasia. Está presente en numerosos derivados como el queso, la cuajada, la mantequilla, el kéfir, la nata, el flan, las natillas y el yogurt, que proporcionan calcio y otros elementos nutritivos esenciales tales como potasio, magnesio, vitaminas y proteínas. El consumo de leche previene el raquitismo, la osteomalacia y

otras enfermedades que tienen su origen en la falta de calcio dietético. No obstante, la mayor parte de la población mundial, un 70 por ciento aproximadamente de los adultos, no la consume porque no puede digerirla; en estos casos las bacterias del intestino grueso fermentan la lactosa ingerida, que se transforma en productos tóxicos, ácido láctico y gases como el anhídrido carbónico y el hidrógeno que ocasionan diarreas y espasmos abdominales. Tras años de investigaciones sobre el origen de esta indisposición, se descubrió que fuera de Europa y Estados Unidos la mayor parte de la población mundial no digiere la lactosa, el azúcar que contiene la leche. La intolerancia a la lactosa se debe a la disminución o ausencia de lactasa en el tracto digestivo, una enzima que hidroliza el azúcar de la leche, transformando el hidrato de carbono principal en azúcares más sencillos capaces de ser metabolizados por el intestino (742).

En los primeros años de su vida los mamíferos se nutren de leche materna pero, cuando al llegar a cierta edad se les priva de ella, el intestino disminuye considerablemente la producción de lactasa, apareciendo entonces la intolerancia al azúcar lácteo. Algunos humanos son los únicos seres vivos que beben leche después de la infancia, una leche que, además, no es la suya propia sino de otra especie animal diferente. Por consiguiente, la intolerancia humana a la lactosa no es ninguna enfermedad ni ningún tipo de deficiencia génica; es lo normal: lo anómalo es lo contrario, es decir, que los mamíferos en edad adulta sean capaces de digerir la leche. La producción de lactasa en mamíferos adultos es, pues, un carácter adquirido que apareció muy recientemente en el transcurso de la evolución, consecuencia de una nueva práctica económica: la domesticación, cría y ordeño del ganado lechero (vacas, camellos, ovejas, cabras). Hasta finales de la Edad de Piedra, es decir, 10.000 años antes de nuestra era aproximadamente, no se encuentran vestigios de las primeras prácticas ganaderas y un consumo habitual de leche. Antes de la domesticación del ganado los seres humanos sobrevivieron sin ella. Posteriormente, tras muchos años de consumo, algunos adultos adquirieron la capacidad de asimilarla, lo cual, a su vez, introdujo una modificación en el genoma humano capaz de segregar la enzima digestiva.

Ésa es la explicación lamarckista de los motivos por los cuales se produjo el cambio genético. La versión neodarwinista asegura, por el contrario, que todo comenzó a causa de una mutación aleatoria que favoreció la capacidad de elaborar lactasa, algo que no concuerda con los hechos porque se trataría de una mutación que sólo se produjo en Europa y no en el resto de la población mundial. La mayor parte del mundo sigue siendo incapaz de digerir la lactosa. Por otro lado, la tolerancia a la lactosa coincide con aquellas regiones en las que se ha domesticado la ganadería lechera. No obstante, los neodarwinistas invierten el argumento: la cría de ganado lechero es consecuencia y no causa de la mutación génica, ya que las ventajas nutritivas de la leche permitieron una mejor adaptación y una mayor reproducción de sus consumidores. Se trata, pues, de un retorno de la dicotomía metafísica del huevo y la gallina.

Alrededor del 85 por ciento de la población adulta del norte de Europa es capaz de digerir lactosa. A medida que se desciende hacia el sur, se observa una disminución del porcentaje entre la población adulta, con niveles bajos en España, Italia y Grecia. En Estados Unidos el 75 por ciento de la población de origen latino sufre de intolerancia a la lactosa y menos del 5 por ciento de la población adulta de China, Japón y Corea. En Oceanía y Latinoamérica, la tolerancia también es muy baja, sobre todo entre la población autóctona. En África también es baja, si bien asciende entre determinados pueblos pastoriles que ordeñan sus camellos. En el continente negro la leche, aunque inicialmente careciera de valor nutritivo, se utilizaba como un sustitutivo del agua en situaciones de sequía.

La enzima digestiva la produce la proteína LPH a partir de la secuencia génica LCT. Sin embargo, la mutación no está localizada en la propia secuencia LCT sino en una contigua, llamada MCM6 y, además, esta mutación no es la misma entre las poblaciones europeas y africanas, aunque produce los mismos efectos. Este argumento es más contundente si, al mismo tiempo, se tiene en cuenta que entre las poblaciones africanas tolerantes a la lactosa no se ha encontrado una única mutación sino tres distintas que, añadida a la europea, suman cuatro. Tras realizar ensayos en 43 grupos étnicos de África oriental, un equipo de investigación halló tres mutaciones distintas que activan la secuencia

génica de la lactasa. La principal apareció entre 2.700 y 6.800 años atrás en los grupos étnicos de habla nilo-sahariana de Kenia y Tanzania. Las otras dos se encontraron entre los beja del noreste de Sudán y en tribus de la misma familia lingüística, el afroasiático, al norte de Kenia. Por tanto, no se trató de una mutación sino de cuatro mutaciones que, además, son convergentes. Demasiada casualidad. Se trata de poblaciones que a lo largo de la evolución han adquido un mismo carácter por cuatro vías independientes una de otra. Lo que coincide no son las secuencias de ADN ni tampoco sus mutaciones, sino el medio.

Aún se puede añadir otro argumento adicional a favor de la tesis lamarckista: la tolerancia a la lactosa no se relaciona sólo con la domesticación del ganado sino con la variabilidad del mismo. Las zonas de Europa en las que existe mayor diversidad entre el ganado vacuno son las zonas donde el índice de población tolerante a la lactosa es mayor. Para llegar a estas conclusiones, se analizaron los patrones geográficos de variación de las secuencias de ADN que elaboran las seis proteínas principales de la leche en 70 variedades de ganado europeas. Esta investigación confirma la interacción mutua del hombre con los animales domesticados. El hombre selecciona la ganadería como medio alimenticio que, por retroalimentación, va a seleccionarle a su vez. Como se observa, es una selección muy poco "natural".

Aunque el fenómeno ya había sido advertido por Waddington décadas atrás, es conveniente un último apunte sobre la lactosa para consignar las investigaciones más recientes llevadas a cabo sobre mutaciones adaptativas. La teoría sintética había venido sosteniendo que las mutaciones, además de aleatorias, provocaban también modificaciones aleatorias o no adaptativas en el cuerpo que, además, normalmente, no son beneficiosas para el organismo. Sin embargo, en un artículo de 1974 Barry Hall y Daniel Hartl identificaron una secuencia de ADN en la bacteria *Escherichia coli* responsable de metabolizar la lactosa, la eliminaron y luego permitieron que la bacteria se multiplicara en un entorno diferente que contenía lactosa. En 24 horas dicha bacteria había desarrollado la capacidad de utilizar la lactosa, por medio de una ruta similar a la anterior pero bioquímicamente distinta que involucraba a dos secuencias mutadas.

En otro experimento Hall sumergió a sus bacterias en un sustrato mezclado con salicina y observó que más de una mutación de las bacterias estaba dirigida a satisfacer las nuevas necesidades impuestas por el medio ambiente. Las mutaciones en el genoma de las bacterias les permiten sobrevivir y crecer en un entorno modificado. Las bacterias poseen una versatilidad genómica que les permite adaptarse a ese entorno cambiante reordenando varios tramos de su genoma: "Ahora damos por sentada la noción de que la expresión génica está regulada, por ejemplo, con sujeción a la modulación de las condiciones ambientales [...] Ahora tenemos que examinar la idea implícita en estos resultados, de que la mutación, al igual que otros procesos biológicos, está sujeta a regulación por factores ambientales" (743).

Son numerosas las investigaciones que acreditan que por lo menos algunas de las mutaciones genómicas están orientadas por y para el entorno. Las bacterias se adaptan muy rápidamente al medio, de manera que las modificaciones del sustrato provocan reordenaciones en su genoma. En cultivos en laboratorio llevados a cabo en 1988 con *Escherichia coli* Cairns, junto con Overbaugh y Miller, logró que este microrganismo perdiera la capacidad de asimilar sus nutrientes habituales, sustituyéndolos por otros, como la lactosa. Comprobó que si colocaban las bacterias en un medio pobre en cualquier nutriente pero rico en lactosa, aparecían mutantes capaces de metabolizar la lactosa. A falta de otros alimentos, esos mutantes aparecían con una frecuencia muy superior a la normal. Como no había otro suministro, la necesidad de alimentarse de leche favorecía la aparición de mutaciones que permitían asimilar ese nutriente. Cairns, Overbaugh y Miller utilizaron expresiones muy discretas para poder publicar su artículo en *Nature* y también porque, según decían, el asunto "es demasiado importante como para ser resuelto con tres o cuatro experimentos bastante ambiguos". Las mutaciones espontáneas no eran espontáneas, es decir, que no se debían al azar sino que eran una respuesta a la presión ambiental. Es un ejemplo parecido al que hemos expuesto en relación con la resistencia bacteriana a los antibióticos: las bacterias comienzan a mutar rápidamente, esas mutaciones se verifican sólo en las secuencias genómicas que les permiten

aprovechar el nutriente y, por lo tanto, crecer. Los mutantes, pues, no preexisten; sólo surgen después de que las células fueron colocadas en ese medio, y no lo hacen a menos que el alimento esté presente. Cairns, Overbaugh y Miller consideran que la biología molecular ha estado sumida en el reduccionismo, mientras que “ahora casi cualquier cosa parece posible”, concluyendo que esas posibilidades son otras tantas expresiones de la herencia de los caracteres adquiridos:

> En ciertos sistemas la información fluye libremente de retorno desde el ARN al ADN, la inestabilidad genómica se puede activar en condiciones de estrés y se desconecta cuando la tensión es mayor, y existen casos en los que las células son capaces de generar una variabilidad extrema en regiones localizadas de su genoma. La única forma importante de transferencia de información que no se ha descrito es entre las proteínas y el ARN mensajero (ARNm) que las fabricó. Si una célula descubriera cómo hacer esa conexión, podría ser capaz de tomar alguna decisión sobre qué mutaciones aceptar y cuáles rechazar.
>
> Dado que este es el tipo de versatilidad y capacidad de adaptación que parece que estamos viendo en estos experimentos con *E. coli*, vale la pena considerar brevemente cómo se puede hacer esta conexión. De una manera muy directa, la célula puede producir un conjunto muy variable de moléculas de ARNm y luego realizar la transcripción inversa desde la que hizo la mejor proteína (744).

El artículo de Cairns en 1988 levantó la oleada característica de comentarios y críticas desaforadas contra lo que se calificó como mutaciones adaptativas o dirigidas. El cambio genómico no era aleatorio sino, como había defendido Waddington, “canalizado” en una determinada dirección. El vendaval obligó a Cairns a rectificar cuatro años después. Reaparecían los viejos fantasmas del finalismo y el lamarckismo, aunque ni había motivo para ello, ni tampoco había finalismo de ninguna clase. Este fenómeno era conocido de antaño; por ejemplo, se sabía que ante la falta de nutrientes en el medio algunas bacterias se transforman en endosporas. Es un supuesto característico de acción reactiva de la bacteria respecto al medio. Es un mecanismo de supervivencia que convierte a la bacteria en una especie de célula inerte, con un metabolismo anulado, y resistente a la temperatura, la acidez o las radiaciones, para reaparecer si el entorno vuelve a ser favorable. La esporulación demostraba también el carácter pleomórfico de las bacterias, capaces de modificar su morfología en función de los cambios en el medio, lo cual demostraba -al menos en parte- la validez de las tesis defendidas por Béchamp frente a Koch y Pasteur. No obstante, se restringió el fenómeno a un determinado tipo de bacterias, unos 20 tipos de ellas.

Otro mecanismo del que disponen las bacterias para responder en un medio hostil es la formación de “biofilms” o colonias adheridas a una superficie, como ya he expuesto antes. De ese modo las bacterias se disponen a sobrevivir mediante una defensa colectiva y coordinada (*quorum sensing*). El índice de supervivencia de las bacterias previamente no resistentes es muy superior cuando conviven con bacterias que sí lo son. Una de esas formas de defensa colectiva es el intercambio de ADN entre ellas. Sobra decir que, por su propia naturaleza, este tipo de fenómenos no pueden ser nunca aleatorios.

Los microbios fotosintéticos también han aportado evidencias de evolución orientada, demostrando su capacidad para adaptarse a condiciones extremas, aguas contaminadas o tóxicos por medio de cambios fisiológicos y genómicos. Por consiguiente, el fitoplancton puede habitar tanto en ambientes no extremos como en otros extremos, tóxicos o contaminados (745).

En 2009 Zhang y Saier descubrieron un mecanismo de mutación adaptativa que utiliza un transposón de la bacteria *Escherichia coli* para adaptarse a un medio del cual se elimina el glicerol (745b).

La prehistoria de una ciencia

No va a ser fácil asimilar los hallazgos que han ido apareciendo y los que van a continuar en lo sucesivo. La presión ideológica sobre la genética ha sido tan fuerte que una investigación tan importante como la de Barbara McClintock, que rompía bastantes moldes, fue silenciada durante más de 30 años. La conferencia que pronunció en 1983 al recibir el premio Nóbel se titulaba "El significado de las respuestas del genoma a los estímulos" (745c). En ella explicó cómo las células responden a la presión ambiental a la que se ven sometidos los organismos vivos mediante una reestructuración de su genoma. En los genomas hay secuencias móviles de ADN, llamados transposones, que cambian de lugar siguiendo estímulos ambientales. Los elementos genómicos transponibles producen mutaciones y forman la mayor parte del ADN, aunque inicialmente se le despreció como parte integrante del ADN "basura" porque no cumplían la función genética prevista por la teoría sintética. Son secuencias de ADN redundantes ya que se repiten por tramos muy cortos que a veces se llaman microsatélites y minisatélites. Como sus mutaciones son más frecuentes, varían mucho con cada individuo y por eso se utilizan en los análisis forenses como prueba de identificación. En las bacterias patógenas estas secuencias son las que les permiten sobrevivir ante cambios hostiles del entorno, como los antibióticos, mediante mutaciones.

El sistema inmunitario es buen ejemplo sobre el que estudiar el funcionamiento del genoma: la teoría sintética debería ser capaz de explicar la fabricación de los 10.000 millones de anticuerpos diferentes que -al menos- puede elaborar el organismo humano con un número reducido de secuencias de ADN. Desde que en 1900 comenzaron los estudios inmunológicos, se sospechaba que el sistema inmunitario era un caso bastante claro de herencia de los caracteres adquiridos (746). Las concepciones inmunológicas han caminado de espaldas a las controversias genéticas; ambos terrenos científicos eran contradictorios y a lo largo del siglo pasado se expusieron numerosas hipótesis para tratar de conciliar genes y anticuerpos (747). Cuando en la década de los sesenta se logró conocer la estructura de los anticuerpos, las contradicciones se duplicaron porque se observó que se trataba de cadenas de proteínas (llamadas inmunoglobulinas) que tenían una parte constante y una variable. Si las mutaciones podían explicar la variabilidad, contradecían la constancia: ¿cómo podía mutar una parte y permanecer invariable la otra? El transcurso del tiempo fue sacando a la luz nuevas incongruencias que muestran la peculiaridad del sistema inmunitario como efecto reverso y acumulativo del ambiente en el organismo: el sistema inmunitario es adquirido, al menos en parte.

En 1976 el japonés Tonegawa ofreció una respuesta que seguía la pauta de McClintock: los linfocitos B maduros contienen un ADN diferente del de las células madre que elaboran la sangre; su genoma se transforma y reorganiza con la diferenciación celular. Por consiguiente, no existe ninguna copia perfecta, no todas las células tienen idéntico genoma. Se habla hoy (Mae Wan Ho, Howard B.Urnovitz) de un genoma dinámico o fluido que se desarrolla al mismo tiempo que el resto del cuerpo y en respuesta a los estímulos del medio externo. Éste no sólo modifica la expresión del genoma sino el genoma mismo. Éste tiene que modificarse tanto para mantener la estabilidad fisiológica del organismo en condiciones normales como para responder a los cambios ambientales. En palabras de Novick:

> La explicación tradicional sostenía que la constitución genética de una especie variaba poco de una célula a otra y permanecía constante durante mucho tiempo. Se sabe ahora que una proporción significativa de los rasgos genéticos, no sólo de las bacterias sino también de los organismos superiores, son variables (presentes en algunas células o estirpes y ausentes en otras), lábiles (se adquieren o pierden con facilidad) y móviles (transferibles entre células o transponibles de un lugar a otro de una célula), todo ello debido a que estos rasgos están asociados con plásmidos y otros sistemas genéticos atípicos (748).

Entre los avances contemporáneos más importantes sobre la evolución está el que sitúa al ARN en el origen y, por tanto, en el centro de la teoría: el ARN precede al ADN (749). Es otro de los últimos

vuelcos padecidos por la biología. Hasta la fecha el ARN parecía desempeñar un papel subordinado en la biología molecular, mero vehículo transmisor. Luria había dejado escrito que el ADN es el sol y el ARN los planetas, que sólo podía brillar con luz refleja (750). Ahora, sin embargo, adquiere un protagonismo no sólo cuantitativo sino lo cualitativo. En 2011 se comprobó que el ARN no desempeña un papel pasivo de intermediario entre el ADN y las proteínas. El ARN no se corresponde exactamente con el ADN, no es un mensajero fiel, ni comete "errores" de transcripción, ni se aprecia aleatoriedad de ninguna clase en este fenómeno. El ARN modifica de manera sistemática -hasta un 97 por ciento- de las transcripciones de ADN que recibe. No es un mecanismo aleatorio porque se han observado los mismos cambios en diferentes especies, en individuos diferentes, en diferentes tipos de células. Esos cambios afectan a una tercera parte del genoma (751).

El ARN tiene propiedades sorprendentes que, desde luego, no están presentes en el ADN: tiene capacidad para replicarse por sí mismo. Frente al ADN, que necesita de enzimas como catalizadores para elaborar proteínas, el ARN es autosuficiente, al menos en algunos microrganismos primitivos. Esto ha llevado a algunos a pensar que el ARN está en el origen de la vida, porque realizaba algunas de las funciones celulares que llevan a cabo las proteínas.

Sólo era la primera sacudida. A mediados de los años cincuenta se descubrió que algunos virus se componen de ARN exclusivamente, lo cual resultó un misterio en medio de la fiesta que había puesto al ADN y la doble hélice en el centro del universo científico. Analizando células tumorales de pollo, Howard Temin venía defendiendo desde 1962 que el flujo de acción génica también marchaba en contra de la dirección prevista por el dogma: del ARN al ADN. En 1970 David Baltimore lo demostró experimentalmente en ratones y Mirko Beljanski en bacterias. Los retrovirus, cuyo material genético es ARN, tienen la potestad de sintetizar ADN mediante la transcriptasa inversa. Por lo tanto, el ARN no se limita a transmitir la información procedente del ADN sino que también puede crearla. Además de su papel en la fabricación de proteínas, la cualidad más significativa del ARN es la de transformarse en ADN, una de cuyas aplicaciones es contribuir a reparar parte de los errores o daños que sufre el ADN cromosómico. Los retrovirus capaces de realizar esta operación se vincularon inmediatamente a las secuencias móviles de McClintock y está engendrando todo un cúmulo de nuevos conceptos exactamente simétricos a los hasta ahora conocidos, opuestos y a la vez compatibles con ellos:

— a los virus añade los retrovirus
— a las transcriptasas añade las transcriptasas inversas
— a los transposones añade los retrotransposones

Cuando Howard Temin comenzó a postular la existencia de una transcripción inversa, fue recibido con una "sorna generalizada" (751b) entre eso que llaman la "comunidad científica", algo que ya es común cuando aparece un fenómeno lamarckiano. Como su propio nombre indica, la transcripción inversa es lo contrario de la fenomenología común en los manuales de genética, ya que expresa la mutua reacción del cuerpo sobre el plama, del fenotipo sobre el genotipo, así como el decisivo papel que en ello juega el ARN. Las mayores concentraciones de ARN se encuentran en el citoplasma que envuelve al núcleo de las células. Según las viejas concepciones mendelistas, si el ARN no forma parte del "cuerpo", por oposición al plasma, es algo en íntima conexión con él. Con el ARN está sucediendo lo mismo que con la herencia citoplasmática: si ésta no sustituye a la herencia cromosómca, el ARN no sustituye al ADN sino que se complementa con él. Al flujo unidireccional de información añade el flujo en la dirección inversa y al carácter transmisor del ARN le añade también el carácter creador.

La reacción de los mendelistas fue la esperada, entre las cuales la de Monod resultó característica. La primera edición de su obra "Azar y necesidad" fue criticada por Piaget, al no tener en cuenta el reciente hallazgo del papel de la transcriptasa inversa, manteniendo una posición dogmática y cerrada. Monod ni siquiera mencionaba el descubrimiento, que había sido realizado, entre otros, por Beljanski, trabajando bajo su dirección científica en el CNRS y el Instituto Pasteur en un clima de

censura y obstáculos cada vez mayores que acabarían en una verdadera persecución policial y judicial, claramente heredera del informe Flexner. Aunque en la segunda edición de la obra Monod tampoco rectificó ni un ápice sus solemnes declaraciones, añadió una nota en la que afirmaba que nada había cambiado. El mecanismo de transcripción es irreversible de manera que todo el organismo vivo no es más que "la expresión epigenética de un mensaje genético". No solamente cualquier otra tesis es falsa, añade Monod, sino que ni siquiera es concebible que la información pueda circular en una dirección diferente. Un siglo después, Monod lo mismo que Weismann, no imagina que se pueda demostrar algo contrario a "uno de los principios fundamentales de la biología moderna". El mendelismo no tiene alternativa conceptual. Para refrendarlo Monod despliega las expresiones más contundentes que es capaz de encontrar: relaciones de sentido único, un sistema cerrado sobre sí mismo, no es posible transferir al ADN la más mínima información procedente del mundo exterior, etc., para acabar extrayendo otras tantas conclusiones seudofilosóficas, según las cuales el dogma mendelista es "cartesiano" y no hegeliano (752). Finalmente, Monod quedó como galardonado y Beljanski como maldito, otro más para añadir a una lista que corre el riesgo de no acabar nunca (753).

En 1979 el inmunólogo australiano Steel se apoyó en el descubrimiento de la transcriptasa inversa para explicar la transmisión hereditaria del sistema inmunitario a la descendencia, una teoría a la que ya he hecho referencia antes y que Steel denominó "selección somática". Es una versión moderna de la pangénesis de Darwin cuyos precedentes cabe buscar también en el inmunólogo checo Hasek. Por su propio origen, la inmunología siempre se ha prestado a conclusiones lamarckistas, siendo también característico que mientras en sí mismo el fenómeno parece acreditado solventemente, no así las vías a través de las cuales se produce, es decir, que no parece tan evidente que la vía por la cual las modificaciones en las células somáticas (los linfocitos de la sangre en este caso) influyen sobre el genoma sea por medio de la transcriptasa inversa. En los dos artículos publicados en 1980, a los que ya me he referido, manifestó que la tolerancia de una estirpe de ratones, que es un carácter adquirido, es hereditaria y se transmite durante dos generaciones por el linaje masculino. Según Steel, los retrovirus endógenos del genoma capturan el ARN de las células somáticas, transcriben el ARN en ADN que se incorpora a las células germinales por recombinación. Steel explica que se produce una retroalimentación entre el cuerpo y el genoma en la que interviene la transcriptasa inversa y, en suma, que los cambios en el cuerpo afectan a la línea germinal, conservándose así para el futuro.

Como en el caso de Hasek, los guardianes de la ortodoxia reaccionaron inmediatamente. Nisbet-Brown y Wegmann replicaron en una de las revistas en la que había publicado su artículo Steel, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, para recordar lo que ya sabíamos: que los resultados de Steel eran de limitada aplicación (754). Por su parte, Brent, Medawar y otros publicaron otros dos artículos en *Nature*, que era otra de las revistas que había acogido las tesis de Steel (755). Volvió la caza de brujas. Como está ocurriendo desde 1859, la controversia no se limitó a las revistas científicas sino que también alcanzó a las revistas de divulgación (756), e incluso a la televisión. El 8 de abril de 1981, Steele defendió su tesis en un programa sobre ciencias de la BBC, que dio lugar a un altercado con el entonces editor de *Nature*, John Maddox. Al final de la emisión, Maddox anunció que al día siguiente su revista publicaría otro artículo refutando la tesis de Steele. Unas semanas más tarde tuvo lugar otro debate, también en la televisión, y volvieron a aparecer imediatamente nuevas réplicas en varias revistas científicas. En un artículo publicado en *Science*, Steele manifestó que existía una "conspiración científica" en su contra. En una entrevista en el programa *LateLine* de la cadena de televisión ABC, declaró que se sentía discriminado a causa de sus convicciones científicas: "Ser catalogado como un hereje y un paria significó que mis posibilidades de continuar investigando en este campo quedaron muy limitadas". A pesar de la avalancha, a diferencia de Hasek, el biólogo australiano siguió defendiendo sus tesis e inició un ciclo de conferencias por el mundo en defensa de sus convicciones. El 7 de mayo publicó en *New Scientist* otro artículo titulado *Lamarck and immunity: a conflict resolved* (757). En 1982 Brent, Medawar y los talibanes de la teoría sintética replican en el *MacMiller Journal* con la consabida

receta: hemos repetido el experimento de Steele -dicen- pero no logramos obtener las mismas conclusiones del australiano. Se han aprendido al consigna de memoria: los lamarckistas falsifican sus experimentos y si no los falsifican la teoría sintética siempre tiene una explicación mejor que ofrecer.

Como las biografías de Gaston Naessens o Mirko Beljanski en Francia, la de Steel en Australia también tuvo su continuación en el banquillo de los tribunales. Fue expulsado de su cátedra por la universidad, viéndose obligado a demandarla en un juicio sin precedentes en aquel país que, finalmente, ganó, lo cual no impidió que la universidad le apartara de sus aulas de manera definitiva.

Los mendelistas pueden seguir con los ojos cerrados indefinidamente pero en 2006 un grupo de investigadores italianos ha vuelto a confirmar experimentalmente la manera en que los retrotransposones rompen la barrera de Weismann incorporando las modificaciones somáticas a las células germinales de los ratones y otras 30 especies diferentes (758). En la actualidad parece fuera de duda que lo que hace funcionar al ADN es lo que está fuera de él mismo, que el ADN no es un regulador sino parte integrante de un sistema regulado o, en otras palabras, que el ADN no crea la vida sino que es la vida la que crea el ADN. En lugar de acción génica se habla de activación génica, de secuencias del genoma que se activan y desactivan, con especial énfasis cuando se trata de estudiar los problemas de desarrollo de los embriones y la diferenciación celular. No todo el genoma está en funcionamiento siempre y al mismo tiempo: "En cualquier célula que imaginemos, sólo se activa una fracción pequeña de los genes, es decir, se transcribe activamente. Así es como las células con la misma dotación de ADN se las arreglan para ser diferentes. Todo lo que necesitan es transcribir diferentes zonas de su ADN y sintetizar, por tanto, distintos conjuntos de proteínas" (759). Entonces la pregunta es inevitable: ¿qué es lo que activa o desactiva el funcionamiento de las secuencias del genoma? ¿Quién pulsa el conmutador génico? Y sobre todo, ¿por qué motivos activa unas secuencias y desactiva otras? En 1961 Jacob y Monod propusieron el modelo del operón, una secuencia de ADN que regula la actividad de otras secuencias y extendieron esa idea a otros mecanismos análogos en los que se observan variaciones en el desarrollo embrionario. La interpretación del operón parecía la pescadilla que se muerde la cola: unos genes controlan a otros genes y unos programas a otros programas... así hasta el infinito.

El operón remite a un proceso claramente lamarckista. Pero, en primer lugar, hay que poner de manifiesto que las investigaciones sobre los operones se llevaron a cabo con bacterias (*Escherichia coli*) en un medio ambiente láctico, por lo que cualquier pretensión de extender el fenómeno a organismos más complejos se debe tomar siempre con las debidas reservas y precauciones. En cualquier caso, los operones demuestran la falacia de los genes como partículas indivisibles, ya que los operones coordinan la actuación conjunta y simultánea de múltiples secuencias de ADN en los cromosomas. La teoría del operón afirma que son las proteínas las que activan o desactivan las secuencias de ADN. De aquí concluye Christian de Duve que los operones son las secuencias de ADN que transmiten las órdenes del citoplasma al núcleo de la célula indicándole qué secuencias deben activarse y cuáles deben inhibirse. A partir de esta conclusión, De Duve ofrece una relación causal bien diferente a la que estamos acostumbrados en las recetas formalistas:

> El núcleo de una célula diferenciada no se halla obligado a expresar, de forma irrevocable, un sólo conjunto de genes. Su genoma puede volver a despertar, en su propio núcleo, o en núcleos derivados del mismo por división mitótica, a instancias de mensajes que se originan en el citoplasma. Resulta obvio que es el citoplasma del óvulo quien imparte las órdenes al núcleo de la célula intestinal, o de su descendencia, para volver a poner en acción todo el programa de desarrollo de la especie [...]
>
> El mero hecho de haberse conseguido la clonación debería bastarnos para corregir cualquier idea exagerada que pudiéramos habernos formado acerca del poder del núcleo. A pesar de su situación central en la célula y su papel de guardián último de la dotación genética del organismo, el núcleo no es el déspota autocrático que hubiéramos

> podido sospechar. Antes bien, se trata de una marioneta articulada, admirablemente construida y programada, pero manipulada sin cesar por los mismos objetos sujetos a control. Cuando un núcleo activa o desactiva determinados genes, lo hace en respuesta a órdenes recibidas del citoplasma que le envuelve, o, a veces, de territorios más alejados a través de mensajeros producidos por otras células, de fármacos, contaminantes u otras sustancias procedentes del mundo exterior. El citoplasma no es, sin embargo, más 'jefe' que el núcleo. Sus mensajes son transmitidos o producidos por proteínas sintetizadas de acuerdo con las instrucciones del núcleo. En otras palabras, núcleo y citoplasma se limitan a interactuar entre sí en coordinación recíproca. La célula es un sistema cibernético. Y también lo es el organismo a través de una red superimpuesta de interacciones intercelulares (760).

Poco más adelante, De Duve llega mucho más lejos y sostiene con claridad la siguiente tesis, en relación con la biología del desarrollo: "El desarrollo no es una simple cuestión de activar o desactivar determinados genes en el momento apropiado, sino que el propio genoma podría sufrir reorganizaciones programadas" (761). No es, pues, el genoma, ni las modificaciones del genoma, lo que explica la evolución sino que, por el contrario, el genoma es una consecuencia de la evolución.

Históricamente, Waddington ofreció otra explicación del mismo fenómeno impulsando su teoría epigenética, un término que desde entonces ha tenido una clara evolución. La epigenética surgió a comienzos de los años cuarenta por iniciativa de algunos biólogos para explicar el desarrollo embrionario de los organismos, al margen de la teoría sintética y continuando con la tradición de autores como Wolff o Von Baer. Además de Waddington, entre los precursores de la epigenética hay que mencionar a Goldschmidt, al biólogo soviético I.I.Schmalhausen y su teoría de la "selección estabilizadora", una especie de retroalimentación negativa procedente del entorno, así como el suizo Jean Piaget (762). Se trata de una reducida corriente cuya marginación hay que atribuir, además de sus referencias ambientalistas, a sus pretensiones "teóricas", es decir, a su esfuerzo por explicar no sólo el cómo sino el por qué, una pretensión de la que el positivismo desconfía.

Inicialmente, en su etapa moderna, la epigenética siguió ligada a la teoría del desarrollo, "redescubriendo" la epigénesis, es decir, la construcción progresiva de los organismos en su proceso de cambio y diferenciación, enlazando con la idea de que no todo está ya escrito en el ADN sino que depende de las condiciones en las que se desarrolle la vida del organismo. Sin embargo, la epigenética ha acabado siendo algo mucho más amplio que choca frontalmente con la teoría sintética, un claro retorno a la vieja herejía lamarckista. La epigenética sostiene, en suma, que es el epigenoma lo que regula al genoma, que es el entorno el que hace que unas determinadas secuencias de ADN se activen y otras se inhiban. El entorno actúa a través de señales bioquímicas, alterando la composición del citoplasma, las proteínas o los metabolitos que rodean al ADN. Según Wayt Gibbs, existen "rasgos importantes que se transmiten por vía epigenética a través de los cromosomas pero fuera del ADN" (763).

En 1986 la revista médica *The Lancet* publicó el primero de dos artículos innovadores que demostraban que una alimentación deficitaria o deficiente de la madre se transmite a la descendencia, de manera que los hijos tendrán un índice de riesgo muy por encima de la media de contraer determinadas patologías en la vida adulta. Un caso típico de estudio de los efectos a largo plazo del hambre sobre la salud humana fue la hambruna que se desencadenó en Holanda entre noviembre de 1944 y febrero de 1945, cuando murieron más de 30.000 personas. Soportando el duro invierno y el embargo de alimentos, un grupo de mujeres holandesas embarazadas dio a luz una generación de neonatos de tamaño relativamente pequeño, más propensos a contraer enfermedades. Cuando estos niños crecieron y tuvieron su propia descendencia, éstos también eran de reducido tamaño. Los análisis médicos realizados a los supervivientes 60 años después encontraron en las generaciones sucesivas rastros de delgadez hereditarios. El efecto del hambre en las madres holandesas de la posguerra se había perpetuado hasta afectar a sus nietos. Desde 1992 Lumey, Roseboom y otros han publicado una copiosa bibliografía sobre la disminución en el peso

de los recién nacidos holandeses a causa del hambre causada por la ocupación nazi del país, un asunto que ha pasado a formar parte de los anales de la historia de medicina (764).

Bajo la dirección de Marcus Pembrey, entre en 1991 y 1992 el programa ALSPAC (*Avon Longitudinal Study of Parents and Children*) de la Universidad de Bristol llevó a cabo una de las investigaciones más interesantes sobre epigenética, estudiando a miles de niños y a sus padres desde antes de que los primeros nacieran para observar la interacción del genoma con el entorno, así como la influencia de éste sobre el desarrollo y la salud. Reunieron a 14.024 madres embarazadas, el 70 por ciento de todas las mujeres en el área de Bristol que estaban encinta durante el periodo que duró el experimento. Los padres y los niños de ALSPAC fueron examinados detenidamente desde puntos de vista psicológicos y médicos, todos los años desde el comienzo de la investigación.

En 1996 Pembrey publicó un artículo muy poco conocido en una revista italiana (765) en el que planteaba que, a diferencia del ADN, que goza de una estabilidad relativa, las señales epigenéticas se insertan y se borran de manera instantánea. El ADN no está capacitado para modificar sus reacciones y actuar flexiblemente ante un entorno que cada vez cambia de una manera más acelerada. A diferencia de la genética, la epigenética es una evolución rápida, instantánea.

En Suecia las investigaciones de Lars Olov Bygren marcharon en paralelo con las de Pembrey. Durante 20 años estudió los datos de tres generaciones de 320 habitantes de un pueblo de su país, remontándose hasta 1890 para detectar en los expedientes médicos de los ascendientes paternos y maternos dos factores distintos: si habían padecido hambre y si habían fumado tabaco. Pero no estudió estas variables en la edad adulta de los progenitores sino en su etapa inmediatamente anterior a la pubertad. Las consecuencias a analizar eran, por un lado, el peso en el momento del nacimiento como indicador de la salud de las futuras generaciones, y la longevidad, por el otro. Encontró que tanto las hambrunas como el tabaquismo habían causado cambios epigenéticos en la población adolescente que se transmitieron al menos durante tres generaciones. Los hijos de hombres que habían comenzado a fumar o padecido hambre a los 9 años de edad, tenían una masa corporal distinta de lo normal. La abundancia de alimentación disponible durante la infancia de un abuelo está relacionada estadísticamente con un riesgo cuatro veces mayor de que su descendencia padezca diabetes o enfermedades cardiovasculares. A la inversa, una situación de penuria nutritiva protege a la descendencia de ese riesgo. Sin embargo, la nutrición durante la infancia de los abuelos afectaba sólo a los descendientes varones pero no a las hijas o nietas. Era un supuesto de “impronta génica” que se explica por las modificaciones introducidas por la alimentación en los gametos masculinos antes de la adolescencia (766).

En 2000 Pembrey y Bygren comenzaron a colaborar y seis años después redactaron un artículo innovador en el *European Journal of Human Genetics* que constituye uno de los estudios epigenéticos más interesantes hasta la fecha. Si el entorno imprime marcas epigenéticas en el cromosoma Y, el mejor momento para observar los cambios epigenéticos en los varones es la pubertad. El artículo destacó que de los 14.024 padres partícipes en el estudio, 166 dijeron que habían comenzado a fumar antes de los 11 años, en el instante en el que iniciaban su adolescencia. Antes de la pubertad los varones no producen esperma, mientras que las hembras tienen sus óvulos desde el nacimiento. Cuando Pembrey, Bygren y Golding examinaron a los hijos varones de los 166 fumadores precoces, detectaron que tenían índices de masa corporal mucho más elevados que los de otros varones a los nueve años. El experimento condujo a pensar que los hijos de hombres que fumaron en el período pre-púber tienen un riesgo mayor de padecer obesidad y otros problemas de salud durante la vida adulta. Es muy probable que esos varones tengan vidas más breves, lo mismo que sucede con los sobrealimentados.

El respaldo definitivo tuvo que esperar hasta 2003, cuando Randy Jirtle y Robert Waterland demostraron que el tipo de alimentación de la madre, antes y durante el embarazo, modifica el funcionamiento de las secuencias de ADN de las ratas. Éstas tenían una secuencia agutí de ADN que les confiere un pelaje amarillo y una propensión a la obesidad, el cáncer y la diabetes. Jirtle y Waterland alimentaron a un grupo de ratas agutíes preñadas con una dieta rica en vitaminas B

(ácido fólico y vitamina B12). Otro grupo de ratas preñadas, génicamente idénticas, no recibió esa nutrición prenatal. La vitamina B actuó como donante de metilo, causando que este radical químico se adosara más frecuentemente a la secuencia agutí en el útero, alterando su expresión. Los investigadores lograron que madres agutíes produjeran estirpes saludables de pelaje marrón, no predispuestas al cáncer ni a la diabetes. La alimentación es capaz de modificar el funcionamiento del ADN sin necesidad de causar la mutación de ninguna de sus bases (767).

Al año siguiente de aquel sensacional experimento llegó el momento mágico del bautismo que cualquier ciencia necesita hoy, el de su institucionalización. La FDA aprobó por primera vez la azacitidina para su uso en pacientes con síndromes mielodisplásicos, un grupo de patologías letales de la sangre. El remedio utiliza marcas epigenéticas para desacelerar secuencias precursoras de ADN en la sangre que se sobrexpresan, permitiendo a los pacientes prolongar su vida de 15 a 24 meses.

Hasta entonces las reacciones inquisitoriales ante la epigenética también fueron tópicas. El canadiense Moshe Szyf, un farmacólogo que trabaja en el cáncer, ha narrado cómo uno de sus artículos fue censurado por el *malleus maleficarum* de una revista científica porque lo consideraba como un “mal intento de humor científico” y en otra ocasión un colega prominente le dijo: “Permíteme ser claro: el cáncer es de origen genético, no epigenético”. Es la desesperación de quienes ven hundirse aquellas convicciones a las que han dedicado una buena parte de su vida profesional.

Una vez consagrada por la FDA, la epigenética amenaza convertirse en un moda para ocultar la quiebra de la genética. Actualmente todos los países del mundo abren laboratorios de epigenética y se publican más de 5.000 artículos sobre el asunto cada año, una tendencia que ha llegado a la prensa generalista. El 20 de julio de 2008 un artículo del *The Sunday Times* titulaba *How your behaviour can change your children’s DNA*: el comportamiento de los padres puede cambiar el ADN de los hijos. Los descendientes sufren los excesos y se benefician de los cuidados de sus progenitores. ¿Hay algún fenómeno más lamarckista que ese? Al fin y a la postre la ciencia vuelve a comprobar que *nature* y *nurture* no están tan alejados; no sólo somos lo que comemos nosotros, sino lo que comieron y respiraron nuestros ancestros. La epigenética demuestra la falacia del fatalismo neodarwinista o, lo que es lo mismo, pone de relieve la responsabilidad de cada persona por su conducta hacia sí misma y hacia su descendencia. Somos guardianes de nuestro genoma. La forma de vida va dejando sus huellas en el ADN en forma de secuencias que se activan o inactivan. De ahí que lo realmente importante no sea la composición del genoma, el ADN y su configuración, sino lo que le rodea. No somos lo que está escrito en nuestros genes, sino lo que hacemos con ellos, cómo vivimos, qué comemos y lo que respiramos. Las influencias ambientales regulan la expresión del genoma incluso sin necesidad alterar su configuración básica.

Aunque los fenómenos epigenéticos se habían observado desde siempre, se desconocían sus mecanismos de actuación, las rutas por las que el medio influye sobre el ADN. Desde los años setenta hasta hoy se han descubierto tres de ellas: la intervención de tramos muy cortos de ARN, las modificaciones en las histonas que están ligadas al ADN en los cromosomas y la unión a las bases del ADN de radicales químicos. La capacidad del ARN para modular el funcionamiento del ADN se descubrió en 1990 como consecuencia de un fracaso, cuando Richard Jorgensen intentó crear petunias con un color intenso por medio de bricolaje genético, introduciendo en la planta secuencias adicionales de ARN que producían dicho el color. Pero logró todo lo contrario a lo que se proponía: el 42 por ciento de las flores eran blancas o de un color pálido, frente a un 9 por ciento en las flores de control. Las conclusión fue que la secuencia transgénica introducida había silenciado a las autóctonas de la planta, por lo que el fenómeno se llamó cosupresión (PTGS o *Post-Transcriptional Gene Silencing*), suponiendo entonces que tenía efectos limitados a las plantas. Sin embargo, en 1997 Andrew Fire y Craig Mello lo observaron también en el nematodo *Caenorhabditis elegans*. Fire y Mellon mostraron que la introducción de ARN en las células interactuaba con la secuencia endógena correspondiente del ADN, reduciendo su expresión. De esa manera lograron inhibir el 96 por ciento de unas 2.300 secuencias del cromosoma III de *Caenorhabditis elegans*. Como el ARN

de interferencia parece haber evolucionado a partir de un mecanismo natural de defensa antiviral, era poco probable que existiera algo así en los vertebrados, ya que la introducción de ARN en las células de los mamíferos, por ejemplo, desencadena una reacción inmunitaria no específica, la respuesta interferón, que degrada el ARN mensajero de las células. Sin embargo, un artículo de Sayda M. Elbashir aparecido en 2001 en *Nature* multiplicó el interés por el ARN de interferencia al demostrar que también funcionaba en mamíferos sin desencadenar una respuesta interferón.

Desde entonces se han descubierto varios mecanismos distintos de interferencia del ARN (micro ARN, siARN, piwiARN), que tienen en común a moléculas de ARN citoplasmático que se adhieren a su homólogo mensajero para modular el funcionamiento del genoma. El fenómeno es importante, entre otras cosas, porque la mayor parte de las secuencias humanas de ADN están reguladas por micro ARN, pero no son una característica exclusiva de los animales más complejos porque se han encontrado también en Archaea y Eubacteria, por lo que su origen es muy antiguo. Participan activamente en el desarrollo embrionario de los seres vivos y dirigen la producción de proteínas, controlando en qué momento se empieza a producir una proteína y en qué cantidad se deben producir. La mayor parte del ARN de interferencia son muy específicos: sólo inhiben el funcionamiento de las secuencias de ADN con las que se complementan y sólo se transcriben en un tejido concreto. Hay micro ARN exclusivos del hipotálamo y otros del teleencéfalo.

A partir de 2001 el ARN de interferencia se ha puesto de otra de esas modas. Al año siguiente *Science* consideró su descubrimiento como el mayor éxito científico de la temporada. La publicidad estaba vinculada a otro gran negocio, real o supuesto. Antes de recibir el Premio Nóbel en 2006 y publicar su artículo, Fire y Mellon registraron la patente del ARN de interferencia, que fue aceptada en 2003. Hoy una decena de empresas de biotecnología se han volcado sobre este descubrimiento, un mercado de 38 millones de dólares en 2003 que saltó a 185 cinco años después. Tres de las empresas ya han solictado autorización para realizar ensayos clínicos de tratamientos en seres humanos. Pero el ARN de interferencia nació de un fracaso y ha conducido a otros. En 2006 se anunció el naufragio del "proyecto RIGHT" (*RNA Interference Technology as Human Therapeutic Tool*), coordinado por el Instituto Max Planck, que había comprometido a otros 24 institutos europeos de investigación y en el cual el año anterior la Unión Europea había invertido 11 millones de euros. Expertos en genética, bioquímica y medicina probaron el ARN de interferencia en animales. En 23 ratones los efectos secundarios fueron tan extremos que murieron al cabo de pocas semanas, según los resultados publicados por *Nature*. En el simposio celebrado en Bruselas en noviembre de 2008 unas palabras de John Mattick explican las causas de este nuevo fracaso: "El genoma humano es una máquina de ARN", dijo. Pero el genoma no es ninguna máquina; no basta sustituir el ADN por el ARN para seguir cometiendo los mismo errores de siempre.

Una segunda modalidad de control sobre el ADN es el que ejercen las histonas, un fenómeno inverso al propuesto por el dogma, que se observó antes, en 1975. Las histonas son las proteínas que envuelven el ADN en el núcleo de la célula y sirven para regular la expresión génica. Su papel es tan importante que hoy es inconcebible el análisis de la fisiología del ADN sin tener en cuenta la modificación de los componentes de la cromatina. Las secuencias de ADN que están envueltas por las histonas tienen dificultades para desempeñar su función, mientras que las demás lo hacen más fácilmente porque están más accesibles. La importancia de la cromatina es tal que ha acabado con la centralidad otorgada hasta ahora al ADN.

No obstante, el fenómeno epigenético más estudiado es la unión al ADN de radicales químicos, de los que existen varios: metilación, acetilación, fosforilación, ubiquitinación y sumoilación. El primero de ellos es el más conocido y consiste en la transferencia de grupos metilo CH_3 a las citosinas, una de las bases que forman parte del ADN. Las alteraciones epigenéticas, el grado respectivo de expresión o silenciamiento de las secuencias de ADN, depende de su metilación. El grado de expresividad de las secuencias del ADN está en proporción inversa a su nivel de metilación: cuanto mayor es la metilación menor es la expresividad, y a la inversa. En otros casos, la metilación obstaculiza la expresividad de los transposones, que suelen estar muy metilados y

niveles inadecuados de metilación pueden contribuir a desencadenar algunas enfermedades.

La metilación explica la “impronta genómica”, una noción que derrumba otro de los conceptos capitales del mendelismo: el funcionamiento de los alelos dominantes y recesivos. Los organismos diploides tienen dos copias de cada cromosoma y, por lo tanto, secuencias duplicadas de ADN (alelos), siendo uno de ellos de origen materno y el otro paterno. Ambos alelos se trasmiten pero uno de ellos se metila, posiblemente en el mismo momento de la meiosis, por lo que permanecerá inactivo a lo largo del desarrollo del embrión. No se trataba de un descubrimiento reciente. El fenómeno fue descrito por primera vez por Helen V.Crouse en 1960 en la mosca *Sciara coprophila*, pero la teoría sintética miraba para otro lado. Sostenía que el origen materno o paterno era indiferente porque los alelos eran equivalentes, lo cual es erróneo, según se sabe ahora. También es erróneo que la impronta dependa del azar: la impronta genómica es “una modificación epigenética del genoma que depende del origen del gameto transmisor [...] Los cromosomas pueden retener una memoria o impronta de su origen gamético y comportarse de forma distinta en un individuo según que hayan sido heredados del padre o de la madre” (769).

La metilación condiciona el proceso de desarrollo y el envejecimiento, actuando a modo de reloj biológico, indicando cuántas veces se ha dividido una célula. El genoma cambia durante la vida de una persona, lo que explica el aumento con el paso de los años de la susceptibilidad a ciertas enfermedades. Los patrones de metilación también cambian con el desarrollo del individuo, y, además, esos cambios son similares entre los individuos de una misma familia. El hecho de que la metilación aumente en unas personas y disminuya en otras sugiere que lo importante no es la edad en sí misma, sino otros factores genómicos o ambientales que pueden influir. ¿Por qué se produce una metilación incorrecta? La respuesta conduce a los factores ambientales: tabaco, radiaciones, alimentación, contaminación, etc. Los patrones normales de metilación los mantiene una enzima, una metiltransferasa, por lo que el ADN siempre aparece como un regulador que, a su vez, está regulado.

La epigenética ha obligado a los mendelistas a recurrir a otro de sus remiendos que prueban la insuficiencia de los postulados de la teoría sintética sobre los que han venido apoyándose. Utilizan un preformismo atenuado que enmascara la acción del medio ambiente:

genotipo + ambiente → fenotipo

Según esta fórmula, el ambiente exterior genera un “ruido epigenético” que distorsiona la producción genotípica perfecta. Esta torpe explicación quiere seguir defendiendo que el ambiente no incide sobre la dotación génica sino “sólo” sobre sus efectos, sobre su expresión. Para ello sacan del armario una típica teoría metafísica de esas que rumian el subconsciente de los antimetafísicos más conspicuos. Quieren seguir manteniendo a los genes en un limbo, como una materia prima que el ambiente moldea o regula en el producto final. La teoría sintética -dicen- sigue siendo válida para los genes, pero se debe complementar con su manera epigenética de manifestarse. Es un retorno a la vieja “cosa en sí”, el nóumeno kantiano, la esencia que se opone a la apariencia. La esencia es única pero se manifiesta de maneras diversas, cambiantes, como los poetas que se creen a sí mismos excelsos, pero jamás han logrado escribir buenos versos. Nada más lejos de la realidad, como sabemos desde los tiempos de la vieja medicina hipocrática, que no diferenciaba la estructura (anatomía) de la función (fisiología) (770). Los genes, como los poetas, no son nada por sí mismos, separados de lo que hacen (acto) y son capaces de hacer (potencia). Por eso las mismas cosas no es que se manifiesten de forma diferente sino que “son” diferentes en diferentes contextos y, por consiguiente, pueden ser muchas cosas a la vez o, como diría Lamarck, son una “potencia”. El genoma idéntico de una abeja puede dar lugar a seres tan opuestos, como una obrera o una reina, siendo las obreras estériles y la reina fértil. Ryszard Maleszka sostiene que la diferencia no es genética sino epigenética, ya que la metilación del ADN es diferente en una que en otra: 550 secuencias del ADN de las abejas obreras están metiladas, lo que afecta a su expresión (771).

La epigenética es un retorno de la herejía, de la heredabilidad de los caracteres adquiridos (772) porque el medio no sólo influye sobre la expresión del genoma sino sobre el genoma mismo. Como

afirma E.B.Ford, “se observó muy pronto que los genes sufren la acción del medio ambiente, y recíprocamente”. Este mismo genetista añade también otra noción básica de la dialéctica: que “el medio no es sólo externo sino interno” (773), algo que viene de Lamarck, aunque nunca se le mencione al naturalista francés. El organismo vivo forma una unidad de contrarios con su medio, con el aire (o el agua), con la alimentación, con la luz y las radiaciones, con la temperatura y con otros organismos vivos. No se puede estudiar al medio por un lado y al organismo por otro. El organismo debe mantener unas constantes, un equilibrio homeostático, que el ambiente altera continuamente, obligándole a reaccionar. En la epigenética está más vivo que nunca el pensamiento de Lamarck. Por eso cuando los seudocientíficos, como Florian Maderspacher (775), quieren someter al difunto a una respiración asistida, asocian los nuevos derroteros de la biología al fantasma de Lysenko. Pero en algo tiene razón Maderspacher: el éxito de la epigenética se debe a que se está interpretando como una liberación; por fin, la gente no se siente esclavizada por sus genes; posiblemente los científicos tampoco se sentirán esclavizados por la genética.

Estamos asistiendo a la prehistoria de una ciencia. Con el tiempo es casi seguro que buena parte de la bibliografía sobre la que se soporta se tenga que adquirir en las librerías en la sección de ocultismo, junto al *Corpus Hermeticum* y otras rarezas propias de coleccionistas. Edward O.Wilson, Richard Dawkins y muchos otros compartirán estantería con Paracelso, lo cual constituirá un enorme descrédito para el gran alquimista suizo. La genética volverá a demostrar que en la historia de la ciencia siempre ganan los herejes. Es una ciencia que tiene que liberarse del estigma de un siglo de controversias en donde los victimarios se han querido pasar por víctimas. Como escribe Wayt Gibbs: “Llevará años, quizá décadas, construir una teoría que explique y fundamente la interacción entre ADN, ARN y señales epigenéticas en un sistema autorregulador. Pero resulta claramente necesario encontrar un nuevo modelo teórico que sustituya al dogma central de la biología en el que se ha basado, desde los años cincuenta, la genética molecular y la biotecnología” (774). Quizá ya se hayan formulado esos fundamentos en alguna parte; quizá no los conozcamos porque no están escritos en inglés o no se han publicado en una de esas revistas llamadas “de impacto”; quizá estén censurados por algún consejo editorial. John Maddox, anterior responsable de una de esas revistas, la británica *Nature*, reconoció públicamente en Barcelona en 1995, el reiterado rechazo de artículos de los científicos franceses porque “un tercio inicial de los artículos franceses se enfocan sobre contextualización y no van directamente al grano”. Pero los editores británicos sí han demostrado su capacidad para separar el grano de la paja...

La burguesía tiene poderosas razones para seguir anclada en un dogma infundado, por razones que poco tienen que ver con la ciencia y que no son sólo ideológicas. Hoy, además de la verdad, sobre la biología gravitan los poderosos intereses de las multinacionales de los transgénicos, los fármacos y la biopiratería. La biología molecular es hoy tanto una ciencia como un negocio, y no se puede separar una cosa de la otra, como tampoco se puede ignorar que la secuenciación del ADN es una industria y que muchos investigadores han creado empresas de biotecnología financiadas por el Estado, por fondos de inversión en capital-riesgo o por fundaciones privadas. A los viejos argumentos oscurantistas contra el darwinismo se le han sumado, pues, los más transparentes del dinero, de las gigantescas multinacionales y el no menos gigantesco de las inversiones en biotecnología. La genética es la única ciencia que dispone de científicos-empresarios, científicos-accionistas, científicos-especuladores y científicos que se sientan en los consejos de administración. De un día para otro los genetistas se convierten en millonarios cuando un laboratorio compra las acciones de sus empresas por un precio que multiplica varias veces la inversión originaria. Las multinacionales farmacéuticas pagan a sus investigadores con acciones. Lo mismo sucede con las universidades, hoy sometidas a las fluctuaciones de los mecenas capitalistas y los mercados bursátiles más que al saber. La moda biotecnológica succiona importantes fondos ávidos de ganancias rápidas y cuantiosas, así como subvenciones, tanto públicas como privadas, por cuantías gigantescas, como las que otorga la Fundación Rockefeller. Esta situación provoca importantes conflictos de intereses en los que el investigador es parte y en los que adopta puntos de vista subjetivos ajenos por completo al desarrollo del conocimiento. En 1997 Meredith Wadman llevó a

cabo un estudio en 14 revistas de medicina y biología molecular, comprobando que un tercio de los autores principales de los artículos publicados en ellas tenían un interés económico directo en las investigaciones que publicaban, del que no avisaban a sus lectores (775b).

¿Dónde está el negocio? ¿Cuál es el mercado? ¿Qué es lo que venden? ¿Con qué trafican? Con los más viejos padecimientos de la humanidad: el hambre y la salud. Desde que en 1978 se inventó una nueva técnica -debidamente patentada- para fabricar industrialmente interferón, una proteína del sistema inmunitario, se han abierto nuevas fuentes de enriquecimiento con la salud y se ha creado una red de complicidades entre los científicos y el capital monopolista. Biogen, la multinacional que patentó el interferón, es una empresa cuyos científicos no sólo trabajan en los laboratorios sino también en los consejos de administración. El interferón llegó al mercado en 1986 pero la cotización de las acciones de Biogen se había disparado mucho antes, en marzo de 1980, cuando la revista *Nature* publicó la noticia de su descubrimiento. Como los especuladores bursátiles no leen *Nature*, había que acompañar la noticia con la correspondiente conferencia de prensa, crear opinión.

En las ceremonias multitudinarias para la prensa, tan alejadas de los laboratorios, los científicos aparecen maquillados para la ocasión por los estilistas y los gabinetes de imagen que preparan cuidadosamente cada frase y cada gesto, cuyos costes se incluyen con generosidad entre las dietas y gastos de las multinacionales patrocinadoras. Al día siguiente la subida de los índices bursátiles compensa con creces los desembolsos. Si el fraude científico de la teoría sintética es constatable en los diccionarios y manuales, se multiplica exponencialmente en los medios de comunicación, donde aparecen periódicamente verdaderas campañas de propaganda que los científicos adornan con sus títulos académicos, contribuyendo al engaño y abusando de la credulidad pública. El prototipo de rueda de prensa biotecnológica es la que celebraron el 24 de abril de 1984 Margaret Heckler, la ministra de Sanidad del gobierno de Reagan, junto con Robert Gallo para anunciar que habían descubierto que "posiblemente" el SIDA tenía su origen en un supuesto retrovirus (llamado primero HTLV-III y luego HIV) que producía cáncer en los seres humanos y que en dos años dispondrían de la vacuna correspondiente. Aquello nada tenía que ver con la ciencia sino con la campaña electoral para la reelección de Reagan, quien pretendía aparentar que no era tan conservador como parecía y se interesaba por los problemas de salud de los homosexuales. También tenía que ver con la reconversión de la fracasada industria del cáncer (con su virus correspondiente) en la industria del SIDA (y su retrovirus correspondiente), un negocio que está consumiendo billones de dólares sin que hasta la fecha haya aparecido la vacuna tantas veces prometida.

En mayo de 1996 la NASA sucedió a Gallo en el arte del engaño científico con otra rueda de prensa que dio la vuelta al mundo en medio de otra campaña electoral para la reelección de otro presidente de Estados Unidos, Clinton: "posiblemente" habían descubierto vida fuera del planeta, en un meteorito procedente de Marte. Clinton ratificó el "descubrimiento" de la NASA en un mensaje televisado, en el que adoptó su ademán más solemne para concluir lo siguiente:

> Hoy la roca 84001 nos habla de todos esos miles de millones de años y millones de millas. Nos habla de la posibilidad de la vida. Si este descubrimiento se confirma, seguramente será una de las revelaciones más sorprendentes que la ciencia haya descubierto en nuestro universo. Sus implicaciones son de gran alcance y más asombrosas de lo que podamos imaginar. Aunque promete respuestas a algunas de nuestras más viejas preguntas, plantea al mismo tiempo otras aún más trascendentales.
>
> Continuemos escuchando con atención lo que tiene que decir, al tiempo que seguimos nuestra investigación en busca de respuestas y de conocimiento, que es tan ancestral como la humanidad misma, pero esencial para el porvenir de nuestro pueblo (776).

El 16 de agosto de 1996 *Science* contribuía al fraude con un artículo titulado "Investigan antiguas formas de vida en Marte: posibles restos de actividad biótica en el el meteorito marciano ALH84001". Fue otra de las mentiras más divulgadas, repetida durante varios meses en la cabecera de todos los medios (prensa, radio, televisión) del mundo, un verdadero montaje para impedir el

recorte de subvenciones de la agencia espacial. Al fraude tampoco podía ser ajeno otro medio especializado, como *Nature*, que en su edición de 8 de agosto se lamentaba de que la falta de fondos pudiera "comprometer las misiones científicas a Marte". En los días posteriores un aluvión de artículos de opinión firmados por "prestigiosos científicos" siguieron reclamando más subvenciones para tan trascendental "misión espacial". Con el devenir del fraude, las alusiones "científicas" fueron dejando paso paulatinamente a lo que realmente interesaba: las económicas. Algunas semanas más tarde el engaño tuvo su efecto: el Congreso estadounidense aprobó el desembolso de 2.000 millones de dólares para el programa de exploración *Mars Surveyor*. Su objetivo era extraer rocas marcianas. Una de las plataformas de la NASA, la *Lunar and Planetary Institute*, alimentó aquella expedición con artículos "científicos" e impactantes imágenes difundidas por internet de un pequeño robot desplazándose torpemente por el suelo del planeta rojo. Pero allá no había nada; si hay vida en Marte, podemos disfrutar de ella en la Tierra. ¿Cómo es posible que de un engaño generalizado y de la ausencia de escrúpulos pueda obtenerse ninguna verdad científica?

No cabe ninguna duda de que en la actualidad la ciencia tiene una necesidad creciente de subvenciones para avanzar, pero también es harto evidente que con el aumento de la financiación el fraude ha crecido más que proporcionalmente y que el fraude tiene una especial habilidad para traducirse en propaganda mediática, documentales y libros de divulgación. Es una de las manifestaciones del profundo declive de la ciencia que vivimos, del deliberado intento de anulación de las elementales capacidades críticas del intelecto humano.

La propiedad privada sobre la vida tiene amargas connotaciones que ilustran acerca de la biopiratería del capital multinacional. Actualmente los laboratorios del mundo entero experimentan con células tumorales, entre ellas las llamadas HeLa, que se extrajeron del cuerpo de Henrietta Lacks en 1950, una trabajadora negra y pobre fallecida como consecuencia de un cáncer fulminante. Hay empresas privadas que aún trafican hoy con esas células, extraídas del cuerpo de una paciente sin su consentimiento. El médico que secuestró una parte del organismo de Lacks ni siquiera la conocía, la familia no fue informada del robo ni obtuvo ningún beneficio económico de un sucio negocio que mueve billones en nombre de la ciencia. Durante medio siglo las células HeLa han ido pasando de unos médicos sin escrúpulos a los laboratorios y luego a las empresas que se lucran con su compraventa. A lo largo de este tiempo la situación no ha cambiado. Sin su consentimiento, a otra paciente de un hospital de Los Ángeles le extrajeron una parte del bazo como parte de un tratamiento contra la leucemia y, a partir de él, otro médico sin escrúpulos patentó otra estirpe de células cuyos derechos fueron adquiridos por dos multinacionales que se dedican a comercializarlas. Diez años después el Tribunal Supremo de California confirmó que los pacientes no disponen de la propiedad privada de las células derivadas de las suyas propias, a pesar de ser homólogas. La propiedad corresponde a los ladrones.

El Proyecto Genoma Humano consumió 3.000 millones de dólares. Tanto en su dimensión estadounidense como internacional, no fue una iniciativa científica sino un grupo de presión financiero y burocrático en el que los científicos como Walter Gilbert y J.D. Watson pasaban su tiempo en tareas de relaciones públicas, captando fondos para canalizarlos hacia un gigantesco proyecto biotecnológico de largo aliento que no ha terminado, porque serán necesarios miles de millones suplementarios para detectar las inapreciables diferencias entre las secuencias de ADN asociadas a cada una de las 30.000 enfermedades que hoy -supuestamente- se catalogan como genéticas. Una parte importante de esos fondos irá a parar a los bolsillos y las cuentas corrientes de los empresarios-científicos de la genética.

Después de una dura pugna interna, en 1992 Watson dimitió de su cargo como director del Proyecto en el Instituto Nacional de la Salud de Estados Unidos a causa de la presión ejercida por Bernardine Healey, director general del referido Instituto. Le abrieron un expediente por sus intreses económicos en ciertas empresas de biotecnología. Sin embargo, los compromisos económicos de Healey eran tan grandes, por lo menos, como los de Watson. El auténtico transfondo de aquella pelea de tiburones concernía a las patentes del genoma humano. No se puede patentar un genoma "natural", pero los genes aislados no son "naturales" y, por consiguiente, sí se pueden patentar: son

dinero contante y sonante. Healey quería la patente para el Instituto Nacional de la Salud de su país, dejando al margen a los capitales extranjeros, como la farmacéutica británica GlaxoSmithKline, a la que estaba ligado Watson, no obstante los desmentidos de éste. La argumentación de Watson se apoyaba en que la concesión de la patente al Instituto público ralentizaría la secuenciación del genoma. Los genetistas se sugestionaron a sí mismos; tenían prisa para no llegar a ningún sitio.

Como consecuencia de esa prisa en 1998 se fundó *Celera Genomics*, con el compromiso de secuenciar el genoma humano en el plazo de tres años con un presupuesto de 300 millones de dólares, la décima parte de las previsiones del proyecto público. A la cabeza pusieron a Craig Venter, prototipo moderno de la fusión de la biología y la economía. Los primeros contratos de *Celera Genomics* para la explotación conjunta del hallazgo se firmaron con Amgen, Novartis y Pfizer. Genelogic hizo lo propio con Merck y Shering-Plough. Cuando *Celera Genomics* se incorporó a la carrera de la secuanción, una parte del genoma ya estaba secuenciado, por lo que no tuvo que pagar nada por la obtención de los datos ya existentes, que eran de libre disponibilidad. Sin embargo, cuando en 2001 la empresa presentó su primer esbozo en la revista *Science*, lo declaró información reservada. La compañía planeaba vender sus datos a las multinacionales farmacéuticas para que pudiesen desarrollar nuevos medicamentos basándose en las supuestas raíces genéticas de las enfermedades. El acceso a la información costaba desde miles de dólares para un científico, a millones para una multinacional farmacéutica. Llegó a contar con 25 empresas y 200 instituciones académicas suscritas. Pero nunca resultó rentable, no sólo por la competencia del consorcio público, sino porque las expectativas científicas sobre las que se fundamentaba eran falsas. En 2005 tuvo que cambiar de política, admitiendo el acceso parcial a la información obtenida y abandonó el negocio de la venta de información genómica para dedicarse a la investigación de fármacos.

El resumen de estas peleas internas y externas entre capitalistas lo ofreció Walter Bodmer, director de la Fundación Imperial de Investigación sobre el Cáncer al *Wall Street Journal*: “La cuestión de la propiedad está en el corazón de todo lo que hacemos”. La cuestión del conocimiento queda bien lejos de estos operativos comerciales.

El Proyecto Genoma Humano tuvo un reducido calado científico (la mayor parte de las secuencias son repetitivas) pero gigantesco rendimiento mediático. El dinero apuntaló temporalmente una teoría que la ciencia había hundido. El mendelismo sigue en coma con la respiración asistida de las subvenciones y las ruedas de prensa, reforzando la imagen de unos genes que todo lo condicionan, así en la salud como en la enfermedad. El ruidoso aparato mediático es algo que la genética comparte con la carrera espacial y por eso la secuenciación del genoma humano fue calificada como “el proyecto Apolo de la biología”. Si hay que juzgar en base a las expectativas transmitadas “el proyecto Apolo de la biología” es el mayor fracaso científico del siglo. Durante la guerra fría también hubo grandes derroches de dinero en viajes espaciales con un rendimiento científico mucho menor. En ambos casos el objetivo es aparente y parcialmente publicitario; lo habitual es que muchas partidas encubran proyectos de guerra bacteriológica o sean subproductos de ella: “La pieza clave de la ciencia que presagia una era de armas genéticas es el Proyecto del Genoma Humano”, escribe Wendy Barnaby (777). Por su parte, Dubinin también ha expuesto las mismas reticencias respecto a la ingeniería genética: “Es necesario detenerse en el problema referente al peligro biológico que se corre a consecuencia de los trabajos sobre la Ingeniería genética. La manipulación de las moléculas de DNA puede conducir a la formación imprevista de moléculas híbridas peligrosas desde el punto de vista biológico. Como resultado puede ocurrir una propagación incontrolable en la biosfera de nuevas especies patógenas y superpatógenas de las bacterias y los virus con la particularidad de que éstas pueden resultar resistentes a todos los antibióticos existentes. Algunas de las nuevas moléculas híbridas pueden portar una información que determina el desarrollo maligno. Los métodos de Ingeniería genética pueden ser utilizados para crear un arma biológica nueva” (778).

A sus sospechas acerca del Proyecto Genoma, Wendy Barnaby añade además, otro proyecto científico con posibilidades de “uso dual”, el Proyecto de Diversidad del Genoma Humano, que resume en sí mismo el verdadero estado de la genética en el mundo de hoy: existen poblaciones

indígenas en trance de extinción, por lo que interesa extraerles sangre a fin de preservar su genoma, que debe ser singular, e impedir así que se pierda para siempre. Lo que el Proyecto no contempla es salvar de la exinción a los índigenas mismos; sólo se salvarán sus genes. Quizá los biopiratas puedan luego lucrarse con su compraventa.

Por eso los genes y el ADN son siempre noticia. La biología es una ciencia mediática desde los tiempos de Darwin, la batalla ideológica no va a remitir y los que se oponen a algunos postulados ridículos de los científicos seguirán apareciendo como enemigos jurados de la ciencia.

Notas:

(1) La CIA y la guerra fría cultural, Debate, Madrid, 2001.
(2) Eisenhower's Farewell Address to the Nation, 17 de enero de 1961 (http://mcadams.posc.mu.edu/ike.htm). El "Proyecto Manhattan" invirtió 2.000 millones de dólares de la época, empleó a 125.000 científicos en más de diez centros de investigación. La ciencia estadounidense -y por extensión la sometida a su influencia- nunca volvió a recuperarse de aquella faraónica movilización de recursos, equivalente a la totalidad de la industria del automóvil, 130.000 trabajadores y 2.200 millones de presupuesto. Roosevelt creó una Oficina de Desarrollo e Investigación Científica que dirigía a 30.000 científicos encabezados por Vannevar Bush. Fue la primera organización civil dedicada al servicio del ejército estadounidense, encargada de coordinar las investigaciones principalmente sobre guerra submarina, rádar y explosivos. En 1949 el 60 por ciento de los físicos trabajaban para los militares. En 1957 Eisenhower organizó ARPA inmediatamente después de que los soviéticos colocaran el Sputnik, el primer satélite artificial, en el espacio. De ARPA nacieron la NASA, la Comisión de Energía Atómica e internet. Actualmente dispone de un presupuesto anual de unos 2.000 millones de dólares. Con los "átomos para la paz" Estados Unidos entró en una era de economía de guerra permanente. El informe Paley demostró que la economía había pasado a estar fundada en criterios militaristas. Durante el periodo 1946-2008 los gastos militares consumieron 21.774 trillones de dólares. Por iniciativa de la *Union of Concerned Scientists*, en febrero de 2004 un grupo de más de 60 científicos, 20 de ellos galardonados con el Premio Nóbel, dirigieron una carta colectiva al presidente Bush protestando por la injerencia política de su gobierno en la investigación científica. El documento es un texto incendiario en el que los firmantes protestan por la manipulación que lleva a cabo el gobierno de los resultados de las investigaciones, la imposición de políticos de confianza en los comités consultivos y la asfixia de aquellos conocimientos científicos que no concuerdan con su ideología política. La carta de Harold Lewis anunciando el 6 de octubre de 2010 su abandono de la *American Physical Society* a causa de la corrupción del dinero en la tesis del calentamiento planetario está en la misma línea: ya no se encuentran por la tierra grandes hombres de ciencia "impecables", sostiene con amargura (http://my.telegraph.co.uk/reasonmclucus/reasonmclucus/15835660/professor-emiritus-hal-lewis-resigns-from-american-physical-society/). A pesar de la ingente financiación, la ciencia estadounidense hace mucho que se tambalea. En 1986 el país importó más tecnología puntera de la que exportó. En 1989 las empresas que registraron más patentes fueron japonesas. En 2004 China exportó más tecnología que Estados Unidos.
(3) "Los militares [...] pagan la cuenta sin rechistar. Durante siglos han alistado gente y la han interesado en sus actividades hasta tal punto que casi todos estamos dispuestos a obedecerles ciegamente y a dar la vida si es necesario. Han dado pruebas de su temple en lo que respecta a enrolar, disciplinar, a diestrar y mantener a raya, y a mucha mayor escala de lo que los científicos hayan intentado jamás. El profano interesado y obediente, requerido por los científicos para diseminar sus hechos, es mucho más fácil de adiestrar que el disciplinado soldado dispuesto a sacrificar su vida. Ademas, los militares se han preocupado por inclinar de forma inesperada la balanza del poder con nuevos recursos y armamentos. No es sorprendente entonces que, en el curso de la historia, los escasos científicos e ingenieros capaces de proporcionar aliados nuevos e inesperado que pueden cambiar el equilibrio de poder, se hayan unido con frecuencia a los militares para promover la producción de armamento" (Bruno Latour: La ciencia en acción. Cómo seguir a

los científicos e ingenieros a través de la sociedad, Labor, Barcelona, 1992, pgs.164 a 166).
(3b) Prólogo al libro de D.Lecourt: Lysenko. Historia real de una 'ciencia proletaria', Laia, Barcelona, 1978, pg.14; A critical viewpoint on rectification of errors: Lysenko: unfinished history, en Marxism Today, 21, núm. 2, febrero de 1977.
(4) Richard Milner: Diccionario de la evolución. La humanidad a la busca de sus orígenes, Barcelona, 1995, pg.422. Recientemente J.Fernández Pérez y A.González Bueno se manifestaban de la siguiente manera sobre el agrónomo soviético: "Uno de los casos más modélicos, aunque no único de la injerencia del poder en la explicación de los fenómenos naturales. Consiguen imponerse manipulando hechos y sometiendo a los científicos, primero al chantaje y la amenaza, finalmente al imperio de la fuerza, la extorsión, el destierro y hasta la muerte". Con ese desparpajo lo largan en una obra prologada por el presidente de la Comunidad Autónoma de Madrid, Ruiz Gallardón, financiada por una institución política e impresa en los talleres del Boletín Oficial de la misma (Biodiversidad. De Linneo hasta nuestros días, Madrid, 1998, pg.123).
(5) J.D.Watson y A.Berry: ADN. El secreto de la vida, Taurus, Madrid, 2003, pg.388.
(6) Ciencia falsa y pseudo ciencias, Tecnos, Madrid, 1961, pg. 46.
(7) Leibniz: Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano, Editora Nacional, Madrid, 1977, pg.407.
(8) Francisc Bacon: Novum Organum, Folio, Barcelona, 2002, pg.61.
(9) Esta concepción es característica del positivismo moderno. Una de las primeras obras de Richard Avenarius, publicada en 1876, se titulaba precisamente "La filosofía como concepción del mundo según el principio del mínimo esfuerzo" (*Philosophie als Denken der Welt gemäß dem Prinzip des Kleinsten Kraftmaßes*). Con alguna variante Popper la incorporó a su propio pensamiento bajo la noción de "sencillez": La lógica de la investigación científica, Tecnos, Madrid, 1982, pgs.128 y stes. Luego se convirtió en un tópico: cfr.Carl G.Hempel: Filosofía de la ciencia natural, Alianza Editorial, Madrid, 5ªEd., 1979, pgs.67 y stes. Hoy la aspiración positivista hacia el simplismo ha capitulado para acoger a su opuesto: la complejidad.
(10) Hegel: Lecciones sobre la historia de la filosofía, Fondo de Cultura Económica, México, 1977, tomo I, pg.24.
(11) "Cuando nos acercamos a los lugares donde se elaboran los hechos y las máquinas, nos metemos de lleno en controversias. Cuanto más cerca estamos, más controvertidas se vuelven [...] No vamos del ruido al silencio, de la pasión a la razón, del acaloramiento a la frialdad. Vamos de controversias a controversias más feroces" (Latour: La ciencia en acción, cit., pg.29).
(11b) Michel Serres: Les origines de la géométrie, Flammarion, 1993.
(12) Paul E.Gold, Larry Cahill y Gary L.Wenk: La verdad sobre el *Ginkgo biloba*, en Información y Ciencia, vol.321, 2003, pgs.68 y stes. El *Ginkgo biloba* es la planta de semillas viviente más antigua. Se trata de una gimnosperma superviviente de la época jurásica, es decir, que tiene 270 millones de años de antigüedad. Cuando creían que se había extinguido, el botánico alemán Engelbert Kaempfer la redescubrió en 1691 en Japón. Había sobrevivido en China en los monasterios de las montañas y en los jardines de palacios y templos, donde los monjes budistas lo cultivaban desde hacía más de 3.000 años por sus efectos terapéuticos.
(13) Asha Sukhwami: Patentes naturistas, Oficina Española de Patentes y Marcas, Madrid, 1995, pgs.43 y stes.
(14) Lynn Margulis: Planeta simbiótico. Un nuevo punto de vista sobre la evolución, Debate, Madrid, 2002, pg.38.
(15) Back to barbarism scientifically, en Saturday Review of Literature, diciembre de 1948.
(16) Un buen ejemplo es el libelo de Pablo Francescutti: Por un puñado de guisantes. La genética soviética proscrita por Stalin, en Historia 16, núm.214, febrero de 1994, pgs. 113 y stes.
(17) Diego Núñez: El darwinismo en España, Castalia, Madrid, 1977, pg.14; Josep Castillo: Los científicos españoles del XIX y el darwinismo, en Mundo Científico, vol.14, mayo de 1982, pgs.534 y stes.
(18) David Viñas: Louis Pasteur, Labor, Barcelona, 1990, pg.104. Se refería Pasteur a las consecuencias sobre la universidad del golpe de Estado de 1850 de Napoleón III en Francia. Sin

embargo, posteriormente Pasteur fue un visitante asiduo del emperador.
(19) Jaume Josa Llorca: La historia natural en la España del siglo XIX: botánica y zoología, en J.M.López Piñero (ed.): La ciencia en la España del siglo XIX, Madrid, 1992, pgs.149 y stes. A lo largo de la historia la censura científica en España ha sido una rutina: vid. José Pardo Tomás: Ciencia y censura. La inquisición española y los libros científicos en los siglos XVI y XVII, CSIC, Madrid, 1991.
(20) Bertrand Russell: El conocimiento científico. Su alcance y sus límites, Taurus, Madrid, 1977, pg.43.
(21) Antonio Labriola: Socialismo y filosofía, Alianza Editorial, Madrid, 1969, pgs.114-115.
(22) En 2000 sólo habían logrado secuenciar una parte del genoma humano y, además, con numerosos errores, uno por cada 1.000 pares de bases. Se excusaron diciendo que se trataba de un borrador elaborado precipitadamente a causa de la competencia del proyecto público con las empresas privadas. Los errores posteriores carecen de esa excusa. En 2003 la volvieron a dar por finalizada con otro montaje publicitario: una declaración solemne firmada por los Jefes de Estado de los seis países implicados: Alemania, China, Estados Unidos, Francia, Japón y Reino Unido. Existían unos 400 vacíos y el 99 por ciento del genoma estaba terminado, con un índice de error que se había reducido a la décima parte: uno por cada 10.000 pares de bases. En 2006 anunciaron una versión "más completa" del mismo en la que sigue habiendo unas 300 lagunas que suman entre 300 y 700 millones de pares de bases (Kevin Davies: La conquista del genoma humano. Craig Venter, Francis Collins, James Watson y la historia del mayor descubrimiento científico de nuestra época, Paidós, Barcelona, 2001; James Shreeve: The genome war: How Craig Venter tried to capture the code of life and save the world, Ballantine Books, 2005; Elie Dolgin: Human genomics: The genome finishers, News Feature, Nature 462, 17 de diciembre de 2009, pgs.843 y stes.). En octubre de 2009 se repitió el engaño: científicos del *San Diego Epigenome Center* y el *Salk Institute* anunciaron que habían dibujado el primer mapa del epigenoma humano. En realidad sólo habían descrito los epigenomas de dos tipos de células: una célula madre embrionaria y un fibroblasto, cuando en el ser humano existen más de 210 tipos distintos de células, siendo muy posible que cada una de ellas posea un epigenoma diferente.
(23) F.S.Collins: ¿Cómo habla Dios? La evidencia científica de la fe, Temas de Hoy, Madrid, 2007.
(24) http://www.beliefnet.com/News/Science-Religion/2006/08/God-Is-Not-Threatened-By-Our-Scientific-Adventures.aspx
(25) MacFarlane Burnet: El mamífero dominante, Alianza Editorial, Madrid, 1973, pg.62; sobre los delirios seudocientíficos de este Premio Nóbel de Medicina, cfr. Pierre Thuillier: La genética y el poder, o los sueños locos de un Premio Nóbel, en Mundo Científico, núm.2, 1981, pgs.132 y stes.
(26) La incógnita del hombre, Joaquín Gil Editor, Barcelona, 5ª Ed., 1942, pgs.322-323.
(27) John Cornwell: Los científicos de Hitler. Ciencia, guerra y el pacto con el diablo, Paidós, Barcelona, 2005, pg.79.
(28) The Guardian, 1 de setiembre de 2007. Los experimentos de Rawalpindi formaban parte de un programa destinado a probar los efectos de distintas armas químicas en los seres humanos. Los científicos querían saber si las lesiones del gas mostaza eran mayores en la piel de las tropas hindúes que en la de las británicas. Según uno de los informes, fechado en 1942, las pruebas provocaron importantes quemaduras a los soldados, algunas de ellas tan graves que obligaron a hospitalizar a los pacientes. Desde el final de la guerra mundial hasta 1989 los militares británicos siguieron experimentando, esta vez con soldados autóctonos en Porton Down, centro especializado en guerra bacteriológica. Cientos de militares fueron utilizados para experimentar los efectos de armas tales como el gas mostaza, agentes nerviosos VX y GD y alucinógenos como el LSD. Algunos de los que participaron en los experimentos como cobayas humanas aseguraron haber sido engañados para someterse a las pruebas y exigieron ante los tribunales una indemnización. En 2003 se abrió una investigación sobre la muerte de varios de ellos que finalmente concluyó afirmando que no había pruebas suficientes para iniciar un proceso criminal. Sin embargo, un informe oficial del gobierno reconoció en 2006 que estos experimentos se desviaban de las normas éticas. Es una constante que los crímenes biomédicos se consideren como cuestiones éticas y deontológicas

menores. A comienzos de 2010 la revista argelina *El Djeich* publicaba un largo informe titulado "Ensayos nucleares: el hombre cobaya". Según las investigaciones llevadas a cabo, 150 argelinos habían sido utilizados como cobayas humanas en los ensayos nucleares franceses en el Sáhara argelino, en su mayoría miembros de la resistencia. Les ataban a postes colocados a un kilómetro del epicentro de las explosiones para estudiar las consecuencias de las radiaciones sobre los seres humanos. En total se realizaron 210 pruebas en Argelia entre 1960 y 1966 y en Polinesia entre 1966 y 1996. Cerca de 150.000 militares y civiles colaboraron en estos experimentos, sin contar a la población local. Pero como los grandes crímenes se encubren con dinero, también el Parlamento francés presentó en 2009 un proyecto de ley para indemnizar a las víctimas de estos ensayos. Es la manera de lavar la mala conciencia (El País, 16 de febrero de 2010; La Vanguardia, 17 de febrero de 2010; El Mundo, Suplementos, 21 de febrero de 2010).
(29) Calinico o una defensa de la guerra química, Revista de Occidente, Madrid, 1926, pg.53. Con este tipo de discursos Haldane justificaba su responsabilidad en la fabricación de gases tóxicos durante la I Guerra Mundial, a pesar de la prohibición internacional (Cornwell: Los científicos de Hitler, cit., pg.74).
(30) ¿Qué es la vida? El aspecto físico de la célula viva, Tusquets, Barcelona, 3ª Ed., 1988, pg.66. Con razón dice Lewontin que esta obra es "el manifiesto ideológico de la nueva biología".
(31) Julian Huxley: Vivimos una revolución, Editorial Sudamericana, Buenos Aires, 1959, pg.83.
(32) La primera formulación de la hipótesis del cazador la propuso en 1953 Raymond A. Dart en su artículo "La transición depredatoria del mono al hombre". Dart sostuvo que los *Australopithecus africanus* que él mismo había descubierto, utilizaban húmeros de antílopes que para cazar, así como también contra la propia especie, según las heridas craneales que presentaban algunos restos. La hipótesis fue apoyada por S.L.Washburn y D.Morris. En 1976 el dramaturgo Robert Ardrey, convertido en divulgador seudocientífico, popularizó una caricatura de ella en otro de esos grandes éxitos editoriales de ventas de libros de bolsillo, otra hipótesis que algunos presentan como tesis.
(33) Alan Lightman: El lado oscuro de la física, en Mundo Científico, vol.242, 2003, pgs.50 y stes.
(34) La révolution de l'évolution. L'évolution de l'évolutionnisme, Presses Universitaires de France, Paris, 1989, pg.210.
(35) ¿Dogma u oportunismo?, en Bulletin of the Atomic Scientists, junio de 1949, pg.141.
(36) Cfr.M.W.Strickberger: Genética, Omega, Barcelona, 3ªEd., 1988, pgs.60-61; W.S.Klug y otros: Conceptos de genética, Pearson, Madrid, 2006, pg.6.
(37) H.F.Judson: El octavo día de la creación, Castell, México, 1987, pgs.360 y stes.
(38) El artículo original de Crick se titulaba *On protein synthesis* y fue presentado en un congreso de biología experimental de 1957. En 1970 tuvo que matizar: Central dogma of molecular biology, en Nature, vol.227, 1970, pgs.561 y stes. Por parte de Crick la cadena de desmentidos y aclaraciones de su escrito original nunca cesó porque fueron los demás los que malinterpretaron el dogma, que él consideró siempre como de "fundamental importancia", aunque convenía "explicar su verdadero significado".
(39) Jean Jacques Kupiec: Retour vers le phénotype (Les gènes existent-ils?), en Revue Prétentaine, 2001.
(40) La genética soviética y la ciencia mundial. Lisenko y el significado de la herencia, Hermes, México, 1952, pgs.33 y 45.
(41) Paul Chauchard: El cerebro y la conciencia, Martínez Roca, 1968, pg.112.
(42) Cornwell: Los científicos de Hitler, cit., pg.30.
(43) Alexandre Koyré: Du monde clos à l'univers infini, Gallimard, Paris, 1962, pgs.273 y stes. Entre las hipótesis más utilizadas por Newton están la existencia de los átomos, el éter, la acción a distancia de las fuerzas y el espacio y el tiempo absolutos.
(44) A.Trebeschi: Manual de historia del pensamiento científico, Avance, Barcelona, 1977, pg.206. La introducción del espacio y el tiempo absolutos la realiza Newton frente a Descartes y Leibniz porque considera que era la única forma de defender la idea de un dios omnipotente que creó los átomos "desde un principio". El trabajo científico de Newton no sólo estuvo guiado por una profunda inquietud religiosa (monofisista) sino también filosófica: "Cuando Newton formuló los

principios matemáticos de la filosofía natural, estableció un compromiso entre la ciencia y la religión" (Eli de Gortari: 7 ensayos filosóficos sobre la ciencia moderna, Grijalbo, México, 1969, pgs.83-83). Su física es una "filosofía natural" y, según confesión propia, trataba "de la filosofía más que de las artes" o, dicho de otra manera, de la teoría más que de la práctica.
(45) Descartes no sólo separa la física de la metafísica sino que "invierte por completo la relación entre la física y la metafísica. Mientras los esfuerzos anteriores se enderezaron al logro de un sustento metafísico para la actividad humana, el pensamiento cartesiano, por el contrario, trata de hallar un fundamento científico para la metafísica" (Eli de Gortari: 7 ensayos, cit., pg.33).
(46) "Un modelo [...] es siempre una simplificación, una idealización de lo que se pretende modelar. La finalidad de un modelo no es, naturalmente, reproducir la realidad en toda su complejidad, sino captar formalmente lo que es esencial para comprender algún aspecto de su estructura o comportamiento, para lo cual seleccionamos aquellos aspectos de la realidad que consideramos esenciales para nuestro propósito.
"Un modelo es un objeto diferente de lo que modela y tiene, por tanto, sus propiedades que no tienen por qué coincidir con la imagen que modeliza. La función esencial de un modelo es probar teorías" (Silvio Martínez y Alberto Requena: Dinámica de sistemas 2. Modelos, Alianza Editorial, Madrid, 1986, pg.14).
La informática está llevando a una confusión creciente entre lo real y lo virtual, un verdadero ejemplo de alienación científica, aún más sorprendente cuando a los modelos matemáticos se les otorga una existencia fáctica, dando por demostrado lo que aún está por demostrar. Así ocurre con las simulaciones informáticas de fenómenos complejos, como los demográficos, climáticos o la extinción de los dinosaurios: están conduciendo a conclusiones disparatadas sobre la evolución pasada de la biosfera y se entablan encarnizadas disputas académicas en torno a ellas, constituyendo una suerte de futurología seudocientífica. En 1972 apareció uno de los primeros y más absurdos ejemplos cuando uno de los tinglados de Rockefeller, el denominado "Club de Roma", publicó su primer informe, "Los límites del crecimiento" redactado por un equipo dirigido por Donella y Dennis Meadows y Jorgen Randers que trabajaba en la dinámica de sistemas creada por Jay W. Forrester, un científico que trabajaba para el Pentágono. A partir de entonces los augurios predicen el agotamiento de cualquier recurso o materia prima, especialmente el petróleo: "Antes de alcanzar el año 2000, el menguante suministro de crudos no podrá satisfacer su creciente demanda" (A.R.Flower: La producción mundial de petróleo, en Investigación y Ciencia, vol.20, 1978, pg.100). Estos videojuegos no son ciencia pero llenan los titulares de los periódicos, que es su verdadero objetivo.
(47) Primer ensayo sobre la población, Alianza Editorial, Madrid, 1993, pg.53. Las políticas demográficas llegaron a Inglaterra desde la Venecia del siglo XVI, hasta el punto que los liberales, los *whigs*, eran conocidos como el "partido veneciano". A principios del siglo XVII se tradujeron al inglés obras como "Delle cause della grandezza e magnificenze della città" y "Della raggione di Stato" escrita por el jesuita veneciano Giovanni Botero, uno de los precursores del control poblacional, en las que proponía medidas como la emigración o la muerte. El monje veneciano Gianmaria Ortes (1713–1790) también sostuvo idénticas tesis. Según Ortes la población máxima que puede soportar el planeta son 3.000 millones de habitantes, pero las sombrías predicciones del siglo XVIII no se cumplieron. Malthus, que no menciona a ninguno de sus precedentes, se limitó a actualizarlas aludiendo al espectacular incremento de la población en Estados Unidos a finales del siglo XVIII, cuyo crecimiento se debía a la emigración; no era, pues, un aumento de la población sino un traslado geográfico de la misma. Hoy el malthusianismo es otro videojuego utilizado para lanzar periódicamente esas amenazas apocalípticas que entusiasman a sus altavoces, especialmente con el hambre: vid.H.Charles J. Godfray y otros: Food security: The challenge of feeding 9 billion people, en Science, vol. 327, 12 de febrero de 2010, pgs. 812 y stes.
(48) La situación de la clase obrera en Inglaterra, Júcar, Madrid, 1979, pg.254.
(49) Carlos Marx: Teorías de la plusvalía, Fondo de Cultura Económica, México, 1980, tomo III, pgs.50-51.
(50) Razón y revolución, Alianza Editorial, Madrid, 6ªEd., 1981, pg.134.

(51) La géochimie, Félix Alcan, Paris, 1924; La biosfera, Fundación Argentaria, Madrid, 1997.
(51b) Recientemente y en muy pocos años han caído dos de los más grandes dogmas de la biología según los cuales las células cardiacas y neuronales no se regeneraban y, por lo tanto, que nacemos y morimos con el mismo cerebro y el mismo corazón. En 1987 Piero Anversa sostuvo que las células cardíacas se renuevan tan rápido que una persona que se muere a los 80 las ha reemplazado completamente cuatro veces. En abril de 2009 un grupo de investigadores suecos lo confirmó. A los 25 años, alrededor del uno por ciento de las células cardíacas se renuevan anualmente, y ese ritmo cae a menos del 0'5 por ciento anual a los 75 años. Esto significa que alrededor de la mitad de las células del corazón se renuevan a lo largo de la vida. En 2011 se observó el primer caso de regeneración de tejido cardiaco en mamíferos. Se trataba de ratones recién nacidos a los que se les seccionó un 15 por ciento del corazón, que fueron capaces de regerar en tres semanas. Sin embargo, cuando el mismo experimento se intentó realizar con roedores más viejos, el corazón no se regeneró, lo que sugiere que el poder de autoregeneración es extremadamente corto. Las células del músculo nuevo que reparan la región amputada del corazón provienen de células preexistentes, no de células madre (BBC, 26 de febrero de 2011). Lo mismo sucede con las neuronas. En 1905 Ramón y Cajal publicó varios artículos sobre la materia que fueron resumidos en su obra "Estudios sobre la degeneración y regeneración del sistema nervioso". No obstante, hasta hace poco tiempo se consideraba que la regeneración de las neuronas era un fenómeno que ocurría en algunos vertebrados pero no en la especie humana. En 1998 el investigador español José Manuel García Verdugo y el mexicano Arturo Álvarez-Buylla demostraron que existe la neurogénesis en el cerebro humano, obra de células madre neuronales con las características propias de los astrocitos, células en forma de estrella que garantizan el funcionamiento de las neuronas. No sólo confirmaron la existencia células madre neuronales sino que los precursores de las neuronas son capaces de desplazarse. La fuente de las células madre neuronales está en la zona subventricular y las nuevas neuronas emigran hasta el bulbo olfatorio. El genoma es el último reducto de la metafísica que se resiste a entrar en la dinámica y el cambio.
(51c) B.I.Balinsky: Introducción a la embriología, Omega, Barcelona, 1983, pg.8.
(51d) John Postgate: Las fronteras de la vida, Crítica, Barcelona, 2008.
(51e) Lucrecio: De rerum natura, §1110.
(51f) La filosofía de Henri Bergson, Espasa-Calpe, Madrid, 1972, pg.105.
(52) James H. Smith: Introducción a la relatividad especial, Reverté, Barcelona, 1978, pgs.126-127.
(52b) Metafísica, Sarpe, Madrid, 1985, pgs.65-66.
(52c) Sería necesario poner en relación la noción de contagio "a distancia" o por simpatía de Fracastoro con la "acción a distancia" de Newton, que la física aún no ha sido capaz de explicar. La biología ha ido un poco más allá. El origen es alquimista y astrológico, es decir, es una teoría acerca de la influencia astral y de la transformación de unos elementos en otros, previa reducción a su "materia prima" por medio de una catalizador al que llamaron "piedra filosofal".
(53) F.Rodríguez-Trelles, R.Tarrío y F.J.Ayala: Erratic overdispersion of three molecular clocks: GPDH, SOD and XDH, en Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 98, 2001, pgs. 11405 y stes.; de los mismos autores: A methodological bias toward overestimation of molecular evolutionary time scales, en Proceedings of the National Academy of Sciences, vol.99, 2002, pgs. 8112 y stes. El "reloj molecular" es una versión del actualismo y su crisis acarrea la de la teoría neutral de la evolución. El error similar al cometido inicialmente con los métodos de datacion basados en el carbono-14. La concentración de carbono-14 en un organismo depende de la que exista en el medio ambiente. El actualismo presupone que esa concentración era igual antes que hoy, lo cual es erróneo.
(54) Pierre Trémaux: Origin et transformations de l'homme et des autres êtres, Paris, 1865.
(55) Die Hypothese der Keimgangmutationen, en Acta Biotheoretica, vol.II, 1936, pgs.23 y stes.
(55b) N. Eldredge y S.J. Gould: Punctuated equilibria; an alternative to phyletic gradualism, en T.J.M. Schopf (ed.): Models in Paleobiology, Freeman, Cooper and Co., San Francisco, 1972, pgs.82 a 115; de los mismos autores: Punctuated equilibria: The tempo and mode of evolution reconsidered, en Paleobiology, vol.3, 1977; W.A.Berggren y J.A.Couvering (eds.): Catastrophes and

Earth history, Princenton University Press, 1977; y Derek Ager: The new catastrophism. The importance of the rare events in geological history, Cambridge University Pres, 1993.
(56) Margulis: Planeta simbiótico, cit., pgs.41 y 56.
(57) Arquímedes: Tratados I. Sobre la esfera y el cilindro, Gredos, Madrid, 2005. El postulado de continuidad ya estaba apuntado en la geometría de Euclides, Definición 4 del Libro V, permitiendo extraer todos los números (infinitos números) entre dos números dados. Arquímedes recordó que los números no son cosas sino relaciones entre las cosas y, como consecuencia de ello, que para que pueda haber números, las cosas antes se tienen que poder relacionar. Para contar la matemática utiliza un tipo de números, los naturales, y para medir otro tipo diferente, los reales, que expresan esa diferencia entre la continuidad y la discontinuidad. En filosofía se expresó históricamente bajo la forma de la polémica acerca de la divisibilidad infinita de la materia que, de momento, culmina en la mecánica cuántica.
(58) Giordano Bruno: El infinito universo y los mundos, Orbis, Barcelona, 1984, pgs.97 y stes.
(58b) Bacon: Novum Organum, cit., pg.155.
(59) Goulven Laurent: Paléontologie et évolution en France. De Cuvier et Lamarck a Darwin, Paris, 1987, pg.109.
(60) Carlos Seoane (ed.): De la nada al hombre. Una historia de nuestro origen, Diputación Provincial de Ciudad Real, 1991.
(61) Física, Gredos, Madrid, 1998, pg.111; Metafísica, cit., pg.114. En biología la nada es tan milagrosa en la creación como en la extinción de las especies. Como tendremos ocasión de comprobar, las explicaciones usuales de las extinciones son otros tantos supuestos de creacionismo inverso. No hay transformación ni tampoco herencia: los dinosaurios como los neandertales desaparecieron misteriosamente sin dejar ningún rastro, salvo fósiles. Habrá que tener en cuenta si es cierto lo que afirmaba un viejo materialista romano: “Nada puede a la nada reducirse, ni cosa alguna hacerse de la nada” (Lucrecio: De rerum natura, §855).
(62) Los principios de la naturaleza y de la gracia, Porrúa, México, 1977, pg. 64; Monadología, §74.
(63) Jean Rostand: Introducción a la historia de la biología, Península, Barcelona, Barcelona, 1966, pgs.53 y stes.
(64) Engels, Dialéctica de la naturaleza, Akal, Madrid, 1978, pg.225.
(65) Eugenio Frixione: De motu propio. Una historia de la fisiología del movimiento, Siglo XXI, México, 2000; Skinner se refiere a esto, si bien emplea una típica noción restringida de movimiento: “La conducta es una característica primaria de las cosas vivas. Casi la identificamos con la vida misma. Podemos llamar vivo a todo lo que se mueve, especialmente cuando el movimiento tiene un sentido o actúa para cambiar el medio ambiente. El movimiento añade verosimilitud a cualquier forma de manifestarse un organismo” (Ciencia y conducta humana, Fontanella, Barcelona, 1977, pg.75).
(66) La evolución creadora, Espasa-Calpe, Madrid, 1973, pg.36.
(67) E.O.Wilson: Sociobiología. La nueva síntesis, Omega, Barcelona, 1980, pg.3.
(68) La evolución creadora, cit., pg.263.
(69) Engels, enciclopedista de la ciencia marxista, en Engels y la ciencia marxista, Paidós, Buenos Aires, 1975, pg.197.
(70) J.Müller: Tratado de fisiología, Madrid, 1846, tomo I, pg.15.
(71) Anti-Dühring, Grijalbo, México, 2ª Ed., 1968, pg.70.
(72) Teoría de la naturaleza, Tecnos, Madrid, 1997.
(74) I.Kant: Crítica del juicio, Espasa-Calpe, Madrid, 5ª Ed., 1991, pg.371.
(75) Crítica del juicio, cit., pg.346.
(76) Edgar Morin: Introducción al pensamiento complejo, Gedisa, Barcelona, 1995, pg.51
(77) Kant, Crítica del juicio, cit., pgs.327 y stes.
(78) Ernst Cassirer: La filosofía de la Ilustración, Fondo de Cultura Económica, México, 3ªEd., 1972, pg.58.
(79) Lamarck: Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, Paris, 1815, tomo I, pgs.31 y stes., 53 y stes y 156-157; y Müller: Tratado de fisiología, cit., tomo II, pgs.139 y stes.

(80) M.J.Puertas: Genética. Fundamentos y perspectivas, McGraw-Hill, Madrid, 1991, pgs.3,4 y 51; Strickberger: Genética, cit., pg.3.
(81) Le hasard et la nécessité. Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne, Seuil, Paris, 1970, pg.146.
(82) Investigaciones fisiológicas sobre la vida y la muerte, Madrid, 1827, pg.14.
(83) Dialéctica de la naturaleza, cit., pg.235.
(84) C.H.Waddington: Biología hoy, Teide, Barcelona, 1967, pgs.138-139.
(85) Prescott, Harley y Klein: Microbiología, McGraw-Hill, Madrid, 7ªEd., 2008, pg.7.
(86) E. W.Sinnott, L.C.Dunn y T.Dobzhansky: Principios de genética, Omega, Barcelona, 1970, pg.14.
(87) A.I.Oparin: El origen de la vida, Losada, Buenos Aires, 4ª Ed., 1960, pg.36.
(88) Leibniz: Monadología, § 73 a 76; Discurso de metafísica, §34.
(89) Cfr. Müller: Tratado de fisiología, cit., tomo I, pg.25. Entonces había en Alemania dos hermanos Treviranus, ambos biólogos, pero Müller no aclara a cuál de ellos se refiere. Posiblemente se refiera al mayor, Gottfried Reinhold.
(90) Histoire naturelle, cit., tomo I, pgs.174 y stes.
(91) A.Lazcano: Oparin, apuntes para una biografía intelectual, en Orígenes de la vida en el centenario de Aleksander Ivanovich Oparin, Ed.Complutense, Madrid, 1995, pg.17.
(92) Microzymas et microbes. Théorie générale de la nutrition et origine des ferments, Paris, 1886, pgs.26-27. Las microzymas de Béchamp responden la idea de ubicuidad de Vernadsky, si bien localizadas en el interior de los seres vivos. Después de la muerte, las microzymas descomponen el cuerpo. Por consiguiente, para Béchamp la fermentación está causada por los organismos vivos que hay en el interior, lo mismo que en el exterior de los seres vivos, los cuales, a su vez, son los que producen los "fermentos solubles" (idem, pg.22).
(92b) Antonio Haro: De los fermentos a la enzimología, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, 1985, pg.60.
(92c) Oeuvres. vol.2. Fermentations et générations dites spontanées, París, 1922, pg.195; Cfr. V.Kuznetsov y V.Gutina: Nueva interpretación de una página de la historia de la ciencia, en Investigaciones soviéticas sobre historia de la ciencia, Academia de Ciencias de la URSS, Moscú, 1977, pgs.165 y stes.
(93) Como defiende G.Salet: Azar y certeza. El transformismo frente a la biología actual, Alhambra, Madrid, 1975, pg.347.
(93b) Microzymas et microbes, cit.
(93c) Rostand: Introducción a la historia de la biología, cit., pgs.142-143.
(93d) Loren R.Graham: Ciencia y filosofía en la Unión Soviética, Siglo XXI, Madrid, 1976, pg.250
(93e) Jesús Kumate en Bruno Latour: Pasteur. Una ciencia, un estilo, un siglo, Siglo XXI, México, 1995, pg.34.
(94) Wilhelm Reich era un continuador de las teorías de Béchamp y Gunther Enderlein (1872-1968). En 1936 llevó a cabo en el Instituto de Sicología de la Universidad de Oslo una serie de experimentos sobre generación espontánea publicados con el título *Die Bione zur Entstehung des vegetativen Lebens* (Los biones en el origen de la vida vegetativa). En ellos participaron Sigurd Hoel, Odd Havrevold, Lotte Liebeck, Ola Raknes, Tage Philipson, Leumbach y Ellen Siersted. Fueron filmados y luego reproducidos por Roger Du Teil, del Centro Universitario Mediterráneo de Niza. A través de un microscopio de campo oscuro midieron el potencial eléctrico de los organismos unicelulares y observaron la transformación espontánea de material vegetal herbáceo macerado en agua, en vesículas u organismos similares a los paramecios a los que Reich llamó "biones". Reich sostuvo que en la vida vegetativa hay situaciones de tensión que conducen a una acumulación de carga eléctrica, seguidos por descargas eléctricas, que a su vez, culminan en una relajación mecánica.
(95) Luis Pasteur: Oeuvres. vol.1. Dissymétrie moleculaire, Paris, 1922, pg.377; Oparin: El origen de la vida, cit., pgs.125 y stes.; L.E.Orgel: Los orígenes de la vida, Alianza Editorial, Madrid, 1975, pgs.164 y stes.; Pasteur: Estudios sobre generación espontánea, Emecé, Buenos Aires, 1944; Juan

Comas: Manual de antropología física, Universidad Nacional Autónoma de México, 1976, pg.59.
(96) Dialéctica de la naturaleza, cit., pgs.235-236.
(97) Pasteur: Oeuvres. vol.2. Fermentations et générations dites spontanées, cit, pg.317.
(98) Histoire naturelle, cit., tomo I, pgs.31 y stes.
(99) Prosper Lucas: Traité philosophique et physiologique de l'hérédité naturelle, Paris, 1847. La influencia de este trabajo pionero sobre Darwin fue muy considerable. Con su aparición se comprueba que la genética ya existía antes de 1900 y Darwin estaba al corriente de sus desarrollos, bien porque había realizado sus propios experimentos de hibridación con guisantes, bien a través de la obra, ya citada, de Trémaux.
(100) Sinnott, Dunn y Dobzhansky: Principios de genética, cit., pgs.16 y stes.
(101) Salet: Azar y certeza, cit., pg.77.
(102) Carrel: La incógnita del hombre, cit., pg.284.
(103) Mayr: Histoire de la biologie. Diversité, évolution et hérédité, Fayard, Paris, 1989, pg.531.
(104) Mayr: Especies animales y evolución, Universidad de Chile y Ariel, Barcelona, 1968, pg.182.
(105) Bertalanffy: Teoría general de sistemas, Fondo de Cultura Económica, Madrid, 1976, pg.154. En este fenómeno, escribió Waddington, "ha de intervenir algo más que procesos puramente químicos. El desarrollo ontogénico parte de un huevo más o menos esférico para terminar en un animal adulto, que es todo menos esférico, y que tiene brazos, piernas, cabeza, rabo y otras partes anatómicas, así como órganos internos de caracteres morfológicos precisos. No se puede explicar todo esto por medio de una teoría que se limite a formular hipótesis basadas en la química, como es la de que los genes gobiernan la síntesis de determinadas proteínas" (La naturaleza de la vida, Editorial Norte y Sur, Madrid, 1963, pg.102). Cfr.Bruce M.Carlson: Embriología básica de Patten, McGraw-Hill, México, 1990, pg.29; Jan Sapp ha llamado "paradoja del desarrollo" a este misterio (The nine lives of Gregor Mendel, en Experimental Inquiries, Kluwer Academic Publishers, 1990, pgs. 137 a 166).
(106) El hombre y la evolución, Labor, Barcelona, 3ª Ed., 1977, pgs.96-97.
(107) Histoire naturelle, cit., tomo I, pg.178.
(108) Filosofía zoológica, Alta Fulla, Barcelona, 1986, pg.58.
(109) Filosofía zoológica, cit., pg.61.
(110) Principles and methods, en Selected works, Foreign Languages Publishing House, Moscú, 1949, pg.190.
(111) Russell: El conocimiento humano, cit., pg.45.
(112) Laurent: Paléontologie et évolution, cit., pgs.61 y stes.
(113) El actualismo reduce la realidad a acto: el mundo real contiene todo lo que hay. Niega, pues, toda realidad potencial. En este sentido filosófico, Lamarck no es actualista. Hallam diferencia en el actualismo el método y el sistema (Grandes controversias geológicas, Labor, Barcelona, 1985, pg.29), pudiendo sostener entonces que el de Lamarck es un actualismo metodológico pero no sistémico. Las raíces filosóficas de esta corriente se encuentran en la antigüedad clásica, aunque en los orígenes de la paleontología constituyó una reacción frente al creacionismo que se impuso en casi toda Europa, especialmente en Inglaterra, a mediados del siglo XIX. Su significado metodológico se resume en la idea de que el presente es la clave del pasado. Los procesos naturales que actuaron en el pasado son los mismos que actúan en el presente. A partir de algunas piezas fósiles se puede llegar a recomponer el organismo entero. Charles Lyell señalaba que los procesos que se aprecian en la actualidad son los mismos que se vieron en el pasado, por lo que si los científicos eran capaces de comprender estos procedimientos estaban en situación de poder explicar los ciclos del pasado. Según Lyell no hay evidencias de progresión en el registro fósil. Que el registro fósil sea diferente al actual se debe a la pobreza del primero, negando así cualquier cambio y enunciando la teoría gradualista.
(114) "Lo mismo en el tiempo que en el espacio, las formas de organización inferior de cada clase cambian generalmente menos que las de organización superior; pero en ambos casos existen notables excepciones a esta regla" (Darwin: El origen de las especies, Edaf, Madrid, 1979, pg.413).
(116) El origen de las especies, cit., pgs.218-219 y 432.

(117) La estructura de la teoría de la evolución, Tusquets, Barcelona, 2004, pgs.278 y stes. Además, Gould interpreta la ley de la unidad de tipo como una dicotomía entre el estructuralismo y el funcionalismo en Darwin.
(118) El origen de las especies, cit., pg.113.
(119) El origen de las especies, cit., pg.253.
(120) El origen de las especies, cit., pg.157.
(121) El origen de las especies, cit., pg.186.
(122) El origen de las especies, cit., pg.152.
(123) Histoire naturelle, cit., tomo I, pg.59; y Müller: Tratado de fisiología, cit., tomo II, pgs.117 y stes. La expresión más cercana, "metabolismo", la crea J.F.Gmelin (*stoffwechsel*) en su tratado de fisiología publicado 1836 póstumamente. No por casualidad Theodor Schwann fue uno de los últimos biólogos en utilizar la palabra intosuscepción, que se conserva en medicina con el significado patológico de invaginación, es decir, la introducción de una porción del intestino en la subsiguiente, parecida a la forma en que se pliega un catalejo. Causa una obstrucción del tracto digestivo que es frecuente en los niños.
(124) Histoire naturelle, cit., tomo I, pg.58.
(125) Histoire naturelle, cit., tomo I, pg.123.
(126) Histoire naturelle, cit., tomo I, pg.43.
(127) Histoire naturelle, cit., tomo I, pgs.45-46.
(128) Histoire naturelle, cit., tomo I, pg.173.
(129) Histoire naturelle, cit., tomo I, pg.247.
(130) Filosofía zoológica, cit., pg.90.
(131) Cours de philosophie positive.I, Hermann, Paris, 1998, pg.683.
(132) La crisis del transformismo, Madrid, 1911, pg.16.
(133) El origen de las especies, cit., pgs.102, 114,122 y 123.
(134) C.U.M.Smith: El problema de la vida, Alianza Editorial, Madrid, 1977, pg.335.
(135) "Todo está en todo, no sólo en potencia sino en acto" (Metafísica, cit., pg.298).
(136) El origen de las especies, cit., pg.167; también en El origen del hombre, Edimat, Madrid, 2006, tomo I, pg.235.
(137) El origen de las especies, cit., pg.160.
(138) Cours de philosophie positive, cit., pg.678. De una manera pretenciosa, Comte se postula a sí mismo como el introductor de esta nueva expresión, *milieu*, a pesar de su aversión por los neologismos (ibid, pg.682).
(139) Cours de philosophie positive, cit., pg.685; Louis Auguste Segond: Histoire et systématisation générale de la biologie, Paris, 1851, pgs.115 y stes.; Georges Canguilhem: El conocimiento de la vida, Anagrama, Barcelona, 1976, pg.152; y Études d'histoire et de philosophie des sciences, Paris, 1975, pg.65.
(140) Filosofía zoológica, cit., pgs.65, 131 y 133.
(141) La evolución conjunta de los animales y su medio, Anthropos, Barcelona, 1982, pg.84.
(142) El origen de las especies, cit., pg.448.
(142b) Filosofía zoológica, cit., pgs.157 y 160.
(143) En la primera edición de "El origen de las especies" Darwin había pronosticado una remota relación de las ballenas con los osos, aunque eliminó aquella referencia en las posteriores. Desde la década de los setenta del siglo pasado, los hallazgos de Philip D.Gingerich aproximan ese vínculo a los hipopótamos: Evidence for evolution from the vertebrate fossil record, en Journal of Geological Education, 1983, vol.31 pgs.140 y stes.; Origin of whales in epicontinental remnant seas: new evidence from the early Eocene of Pakistan, en Science, 1983, vol. 220, pgs.403 y stes. Un amplio repertorio bibliográfico de los escritos de Gingrich en: http://www-personal.umich.edu/~gingeric/PDGwhales/Whales.htm. Desde 2005 Jean Renaud Boisserie viene publicando varios artículos sobre la evolución de los hipopótamos: The position of Hippopotamidae within Cetartiodactyla, en Proceedings of the National Academy of Sciences, 2005, vol.102, pgs. 1537 y stes.; del mismo autor: The phylogeny and taxonomy of Hippopotamidae (Mammalia:

Artiodactyla): a review based on morphology and cladistic analysis, en Zoological Journal of the Linnean Society, 2005, vol.143, pgs. 1 y stes.; Boisserie y otros: Origins of Hippopotamidae (Mammalia, Cetartiodactyla): towards resolution», en Zoologica Scripta, 2005, vol. 34, pgs. 119 y stes; Maeva Orliaca y otros: Early Miocene hippopotamids (Cetartiodactyla) constrain the phylogenetic and spatiotemporal settings of hippopotamid origin, en Proceedings of the National Academy of Sciences (http://www.pnas.org/content/early/2010/06/11/1001373107.full.pdf)
(144) Darwin: El origen de las especies, ciot., pgs.447 y stes.; El origen del hombre, cit., tomo I, pgs.51 y stes.
(144b) Cfr. M.F.Niesturj: El origen del hombre, Mir, Moscú, 2ªEd., 1979, pgs.21 y stes. Habitualmente se incluye al apéndice humano como un vestigio afuncional, lo cual no es cierto.
(145) Éléments de philosophie biologique, Alcan, Paris, 1911, pg.63
(146) Cfr.Javier de Felipe: Historia de la neurona. Influencia de los estudios de Santiago Ramón y Cajal en la neurociencia moderna, en Santiago Ramón y Cajal: Histología del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados, Ministerio de Sanidad y Consumo, Madrid, 2007, pg.70.
(147) El origen de las especies, cit., pgs.159,160,167 y 239.
(148) Dialéctica de la naturaleza, cit., pgs.138 y stes.
(149) Con acierto J.D.Bernal realzó el carácter lamarckista de Darwin: Historia social de la ciencia. 2. La ciencia en nuestro tiempo, Península, Barcelona, 3ªEd., 1973, pg.208; y La ciencia en nuestro tiempo, Nueva Imagen, México, 3ª Ed., 1979, pg.201.
(150) Mark J.Baldwin: A new factor in evolution, en The American Naturalist, vol. 30, núm. 354, junio de 1896; Mark J.Baldwin: Organic selection, en Science, núm. 121, 23 de abril de 1897; Henry F.Osborn: Ontogenic and phylogenic variation, en Science, núm. 100, 27 de noviembre de 1896; Mae Wan Ho y P. T.Saunders (eds.): Beyond neo-darwinism. An introduction to the new evolutionary paradigm, Academic Press, Orlando, 1984; Brian K.Hall: Organic selection: Proximate environmental effects on the evolution of morphology and behaviour, en Biology and Philosophy, vol. 16, 2001; Patrick Bateson: The active role of behaviour in evolution, en Biology and Philosophy, vol. 19, 2004.
(151) D.H.Ackley y M.L.Littman: Interactions between learning and evolution, en C.G. Langton, C. Taylor, C.D. Farmer y S. Rasmussen (eds.), Artificial Life II (Proceedings, vol. X, Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity), 1992, pgs. 487 y stes.; D.H.Ackley y M.L.Littman: Altruism in the evolution of communication, en R.A. Brooks y P. Maes (eds.), Artificial Life IV (Proceedings of the Fourth International Workshop on the Synthesis and Simulation of Living Systems), 1994, pgs. 40 y stes.; D.H.Ackley y M.L.Littman: A case for lamarckian evolution, en C.G. Langton (ed.), Artificial Life III (Proceedings Volume XVIII, Santa Fe Institute Studies, Sciences of Complexity), Reading, MA: Addison-Wesley (1994), pp. 487 y stes.; Darrell Whitley, V. Scott Gordon y K.Mathias: Lamarckian evolution, the Baldwin effect and function optimization, en Lecture Notes in Computer Science, vol.866, 1994, pgs.5 y stes.; y Reiji Suzuki y Takaya Arita: Interactions between learning and evolution: The outstanding strategy generated by the Baldwin effect, en Biosystems, vol.77, 2004, pgs. 57 y stes.; y K.W.C.Ku, Man Wai Mak y Wan-Chi Siu: A study of the lamarckian evolution of recurrent neural networks, Evolutionary Computation, 2000, vol. 4, pgs. 31 y stes.
(151b) Filosofía zoológica, cit., pgs.166-167.
(152) Filosofía zoológica, cit., pg.91.
(153) Philosophie biologique, cit., pg.243.
(154) La selección y la teoría fásica del desarrollo de las plantas, en Agrobiología. Genética, selección y producción de semillas, pgs.38 y stes.
(155) Histoire naturelle, cit., tomo I, pgs.181-182.
(156) Histoire naturelle, cit., tomo I, pg.200.
(157) Histoire naturelle, cit., tomo I, pgs.200-201.
(158) Filosofía zoológica, cit., pgs.175,177 y 190.
(159) Por ejemplo, cuando Mayr busca los precedentes de la especiación alopátrica, se remonta a Von Buch (1825), a Darwin (1837) y a Moritz Wagner (1841), pero no dice nada acerca de Lamarck

ni de Trémaux (Histoire de la biologie, cit., pgs.519 y stes.).
(160) Some problems of method, en Selected works, cit., pg.269.
(161) Ensayos de psicología celular, Madrid, 1889, pgs.24, 64 y stes y 133 y stes.
(162) El origen del hombre, cit., tomo I, pg.160.
(163) El origen de las especies, cit., pg.451.
(163b) El origen del hombre, cit., tomo I, pgs.261 a 263.
(163c) El origen del hombre, cit., tomo I, pg.263.
(164) El origen de las especies, cit., pg.437.
(165) Cfr.Luis Urteaga: La teoría de los climas y los orígenes del ambientalismo, en Cuadernos Críticos de Geografía Humana, núm.99, noviembre de 1993.
(165b) Postgate: Las fronteras de la vida, cit., pgs.298-299.
(165c) Jon Erikson: La extinción de las especies. Evolución, causas y efectos, McGraw-Hill, Madrid, 1992, pg.190.
(166) La extinción de los dinosaurios a causa de la caída de un meteorito gigantesco procedente del espacio es una de esas hipótesis, adoptada como tesis por algunos divulgadores. Para resultar creíble, la explicación debería añadir los motivos por los cuales sobrevivieron otras especies a la caída del meteorito. El 8 de enero de 2008 el diario "El Mundo" ofrecía otra hipótesis diferente, según la cual fueron los insectos los que acabaron con ellos. Les transmitieron graves enfermedades y, además, produjeron tales cambios ambientales que les privaron de su alimento. La información aludía a una obra de George y Roberta Poinar titulada "Qué sacó de quicio a los dinosaurios? Insectos, enfermedades y muerte en el Cretácico". Según los palentólogos estadounidenses, algunos insectos incluso conservan la sangre que extrajeron a los animales que picaron, así como los microorganismos que causan las enfermedades y que transmitían con las picaduras. Entre otros, han encontrado el patógeno que causa la leishmanía, una enfermedad que también afecta hoy a reptiles y humanos, y el parásito de la malaria, que infecta a las lagartijas. Los Poinar no pretenden introducir una explicación monocausal pero sí un factor coadyuvante de la extinción total de los saurios. De hecho, en las heces de los saurópodos han descubierto restos de nematodos y protozoos que pudieron haber causado su muerte por disentería y otros problemas de salud. Además, en la última etapa del Cretácico, hace unos 80 millones de años, cuando comenzaron a desaparecer, los Poinar aseguran que el planeta estaba cubierto de áreas tropicales y repleto de insectos que ayudaron a la expansión de las plantas con flores, en detrimento de las plantas gimnospermas, las hierbas, que suponían el alimento fundamental para los dinosaurios vegetarianos, la inmensa mayoría. Enfermedades y escasez de comida consideran que son los dos factores que contribuyeron a la lenta desaparición de los saurios. En declaraciones a *ScienceDaly* George Poinar asegura: "Hay serios problemas con las teorías que hablan de impactos súbitos en la extinción de los dinosaurios, y uno de ellos es que su declinación fue a lo largo de un periodo de cientos de miles o incluso millones de años".
(167) "Un 'ser' sólo se considera independiente en cuanto es dueño de sí y sólo es dueño de sí en cuanto se debe a sí mismo su 'existencia'. Un hombre que vive por gracia de otro se considera a sí mismo un ser dependiente. Vivo, sin embargo, totalmente por gracia de otro cuando le debo no sólo el mantenimiento de mi vida, sino que él además ha 'creado' mi vida, es la 'fuente' de mi vida; y mi vida tiene necesariamente fuera de ella el fundamento cuando no es mi propia creación. La 'creación' es, por ello, una representación muy difícilmente eliminable de la conciencia del pueblo. El ser por sí mismo de la naturaleza y del hombre le resulta inconcebible porque contradice todos los 'hechos tangibles' de la vida práctica.
"La 'creación de la tierra' ha recibido un potente golpe por parte de la Geognosia, es decir, de la ciencia que explica la constitución de la tierra, su desarrollo, como un proceso, como autogénesis. La 'generatio' 'aequivoca' es la única refutación práctica de la teoría de la creación.
"Ahora bien, es realmente fácil decirle al individuo aislado lo que ya Aristóteles dice: 'Has sido engendrado por tu padre y tu madre, es decir, ha sido el coito de dos seres humanos, un acto genérico de los hombres, lo que en ti ha producido al hombre. Ves, pues, que incluso físicamente el hombre debe al hombre su existencia. Por esto no debes fijarte tan sólo en 'un' aspecto, el progreso

‘infinito’; y preguntar sucesivamente: ¿Quién engendró a mi padre? ¿Quién engendró a su abuelo?, etc. Debes fijarte también en el ‘movimiento circular’, sensiblemente visible en aquel progreso, en el cual el hombre se repite a sí mismo en la procreación, es decir, el ‘hombre’ se mantiene siempre como sujeto. Tú contestarás, sin embargo: le concedo este movimiento circular, concédeme tú el progreso que me empuja cada vez más lejos, hasta que pregunto, ¿quién ha engendrado el primer hombre y la naturaleza en general? Sólo puedo responder: tu pregunta misma es un producto de la abstracción. Pregúntate cómo has llegado a esa pregunta: pregúntate si tu pregunta no proviene de un punto de vista al que no puedo responder porque es absurdo. Pregúntate si ese progreso existe como tal para un pensamiento racional. Cuando preguntas por la creación del hombre y de la naturaleza haces abstracción del hombre y de la naturaleza. Los supones como ‘no existentes’ y quieres que te los pruebe como ‘existentes’. Ahora te digo, prescinde de tu abstracción y así prescindirás de tu pregunta, o si quieres aferrarte a tu abstracción, sé consecuente, y si aunque pensando al hombre y a la naturaleza como ‘no existente’ (IX) piensas, piénsate a tí mismo como no existente, pues tú también eres naturaleza y hombre. No pienses, no me preguntes, pues en cuanto piensas y preguntas pierde todo sentido tu ‘abstracción’ del ser de la naturaleza y el hombre. ¿O eres tan egoísta que supones todo como nada y quieres ser sólo tú?
“Puedes replicarme: no supongo la nada de la naturaleza, etc.: te pregunto por su ‘acto de nacimiento’, como pregunto al anatomista por la formación de los huesos, etc.
“Sin embargo, como para el hombre socialista ‘toda la llamada historia universal’ no es otra cosa que la producción del hombre por el trabajo humano, el devenir de la naturaleza para el hombre tiene así la prueba evidente, irrefutable, de su ‘nacimiento’ de sí mismo, de su ‘proceso de originación’. Al haberse hecho evidente de una manera práctica y sensible la ‘esencialidad’ del hombre en la naturaleza; al haberse evidenciado, práctica y sensiblemente, el hombre para el hombre como existencia de la naturaleza y la naturaleza para el hombre como existencia del hombre, se ha hecho prácticamente imposible la pregunta por un ser ‘extraño’, por un ser situado por encima de la naturaleza y del hombre (una pregunta que encierra el reconocimiento de la no esencialidad de la naturaleza y del hombre). El ‘ateísmo’, en cuanto negación de esta carencia de esencialidad, carece ya totalmente de sentido, pues el ateísmo es una ‘negación’ de Dios y afirma, mediante esta negación, ‘la existencia del hombre’” (Manuscritos filosófico-económicos, Alianza Editorial, Madrid, 5ª Ed., 1974, pgs.154-155).
(167b) Harry Gershenowitz: Lamarck and Napoleon, en Indian Journal of the History of Science, 1980, vol.15, pgs.204 y stes. En 1790 la Constitución Civil del Clero ordenó la elección de los sacerdotes por votación popular, el Estado elegía un obispo por cada diócesis sin intervención del Papa, a quien solo se le daría cuenta del nombramiento, obligaron a los clérigos a jurar la constitución, el matrimonio se transformó en un contrato civil, suprimieron las congregaciones religiosas, así como los centros de salud y los colegios religiosos.
(168) P.B. y J.S.Medawar: De Aristóteles a zoológicos. Un diccionario filosófico de biología, Fondo de Cultura Económica, México, 1988, pg.181.
(169) Gould: La estructura de la teoría de la evolución, cit., pgs.319 y stes.
(170) P.J.Bowler: Historia fontana de las ciencias ambientales, Fondo de Cultura Económica, México, 1998, pgs.139 y stes.
(170b) Gould: La estructura de la teoría de la evolución, cit., pg.197.
(170c) Von Baer era partidario de las catástrofes, lo que favoreció a las corrientes antitransformistas (Über die Entwiklungsgeschichte der Tiere, Königsberg, 1828, pgs.224 y stes.)
(171) E. Geoffroy Saint-Hilaire: La querelle des analogues, Éd. d’Aujourd’hui, Plan-de-la-Tour, 1983; Jean Rostand: Introducción a la historia de la biología, Península, Barcelona, 1966, pgs.96 y stes.; Toby A. Appel: The Cuvier-Geoffrey debate: French biology in the decades before Darwin, Oxford University Press, 1987; Philip R. Sloan: Transforming the Geoffroy–Cuvier debate, en Metascience, 2006, vol. 15, pgs.127 y stes.; Carlos Ochoa y Ana Barahona: El debate entre Cuvier y Geoffroy y el origen de la homología y la analogía, en Ludus Vitalis, vol. XVII, num. 32, 2009, pgs. 37y stes.
(172) Tras Lamarck, fue un científico alemán, Schaafhausen, el primero en defender en 1854 el

origen animal del ser humano. En 1857 describió por primera vez al hombre de neandertal recién descubierto. Virchow conoció la obra de Schaafhausen.
(172b) S.L.Washburn y Ruth Moore: Del mono al hombre, Alianza Editorial, Madrid, 1986, pg.23.
(173) Bowler: Historia fontana, cit., pg.139.
(173b) Bowler: Historia fontana, cit., pg.197.
(173c) Bowler: Historia fontana, cit., pg.186.
(173d) En cualquier ciencia es peor ser ignorado que criticado. Si una obra no se cita es como si no existiera (Latour: La ciencia en acción, cit., 1992, pg.40.
(173e) François Duchesneau: Genèse de la théorie cellulaire, Vrin, Paris, 1987.
(174) Pedro Laín Entralgo: El cuerpo humano. Oriente y Grecia antigua, Espasa-Calpe, Madrid, 1987, pg.86.
(175) Cfr. Agustín Albarracín Teulón: La teoría celular, Alianza Editorial, Madrid, 1983, pgs.134 y stes.
(176) Bichat no olvidó la importancia de los humores pero los situó en un plano secundario frente a los tejidos y los órganos, con lo cual puso los primeros cimientos de la teoría celular (Marie François Xavier Bichat: Anatomía general aplicada a la fisiología y a la medicina, Madrid, 1831).
(177) La expresión *warm little pond* que utiliza Darwin en su carta a Hooker describe un medio líquido y cálido en el que se pudieron formar las primeras moléculas orgánicas. Es una derivación del método de las infusiones que hasta entonces se había venido utilizando para observar a los microbios. A partir de 1951, el también británico J.D.Bernal desarrolló la hipótesis de las arcillas para esa misma función originaria.
(178) R.J.Miciotto: Carl Rokitansky: A reassessment of the hematohumoral theory of disease, en Bulletin of the History of Medicine, vol. 52, 1978, pgs. 183 y stes.; L. Castagnoli y otros: Carl von Rokitansky and the italian translation of the Handbuch der Pathologischen Anatomie: a linguistic and doctrinal enigma, en Pathologica, vol.93, 2001, pgs.654 y stes.
(178b) Teoría de la naturaleza, cit. En este punto el pensamiento botánico de Goethe no es realmente original sino que está inspirado en las mónadas de Leibniz, cuya influencia en la biología del siglo XIX ha sido tan decisiva como errónea. La oposición de Comte a la teoría celular se fundamentaba tanto en su holismo como en su desconfianza hacia el uso del microscopio y hacia esas "mónadas orgánicas" de inspiración filosófica germana (Cours de philosophie positive, cit., pgs.764 y stes.). Pero no sólo la teoría celular de Virchow sino también la microbiología de Haeckel está inspirada en las mónadas de Leibniz. Las móneras de Haeckel no son ni animales ni plantas pero están en la base de su clasificación de los seres vivos. La influencia de Leibniz aún se puede rastrear en los orígenes de la inmunología a comienzos del siglo XX: vid. Anne Marie Moulin: Le dernier langage de la médecine. Histoire de l'immunologie de Pasteur au Sida, Presses Universitaires de France, Paris, 1991, pgs.366 y stes.
(179) Rodolfo Virchow: La patología celular, Valencia, 1879, pgs.271 y stes.
(180) Sechs Vorlesungen über die darwinische theorie, Leipzig, 1868.
(181) L'hérédité et les grands problèmes de la biologie générale, Schleicher Frères, Paris, 2ª Ed., 1903, pgs.449 y 453.
(182) Ensayos de psicología celular, cit., pgs.41-42.
(183) Antoine Béchamp: Microzymas et microbes. Théorie général de la nutrition et origine des ferments, Paris, 1886, pg.27. Las tesis de Béchamp fueron seguidas, entre otros, por Jules Tissot (1870-1950), Gunther Enderlein (1872-1968), Wilhem Reich (1897-1957) y Gaston Naessens.
(183b) Jean Nageotte: L'organisation de la matière dans ses rapports avec la vie. Études d'anatomie générale et de morphologie expérimentale sur le tissu conjonctif et le nerf, Félix Alcan, Paris, 1922; Morphologie des gels lipoïdes. Myéline. Cristaux liquides, Hermann, Paris, 1936.
(183c) Zdzislaw Larski: Virología para veterinarios, Prensa Médica Mexicana, 1989, pg.9.
(184) Russell: El conocimiento humano, cit., pg.49.
(185) Russell: Atomismo lógico, en El positivismo lógico, Fondo de Cultura Económica, Madrid, 1978, pgs.37 y stes.
(185b) L'atomisme en biologie, Gallimard, Paris, 4ª Ed., 1956, pgs.102 y stes.

(186) ¿Qué es la vida?, cit., pgs.79 y 92.
(187) Russell: El conocimiento humano, cit., pgs.46-47 y 50.
(188) La lógica de lo viviente. Una historia de la herencia, Tusquets, Barcelona, 1999, pgs.174,176 y 179.
(189) Morin: Introducción al pensamiento complejo, cit., pg.55.
(190) R.A.Fisher: The genetical théory of natural selection, Dover, Nueva York, 1958, pgs.189 y stes.
(191) Morin: Introducción al pensamiento complejo, cit., pg.81.
(192) Filosofía zoológica, cit., pgs.XX y XXI.
(193) Lógica, cit., tomo II, pgs.43 y stes. Russell ha criticado el organicismo de Aristóteles y Hegel: El conocimiento humano, cit., pgs.48-49.
(194) Dialéctica de la naturaleza, cit., pgs.186 y 202.
(195) Nathan Sharon: Les sucres dans la vie sociale des cellules, en La Recherche, núm.52, enero de 1975, pgs.16 y stes.; Graham F.Mitchell: La coopération cellulaire, en La Recherche, núm.61, noviembre de 1975, pgs.926 y stes.; L.Adrew Staehlin y Barbara E.Hall: Uniones intercelulares, en Investigación y Ciencia, vol.22, 1978, pgs.76 y stes.; Jean Pierre Henry: La comunicación entre células, en Mundo Científico, vol.223, 2001, pgs.10 y stes.
(195b) Fisiología y psicología, Alianza Editorial, Madrid, 5ª Ed., 1978, pgs.26, 76 y 169.
(196) La naturaleza de la vida, cit., pgs.28 y 78.
(197) Jane L. Hurst y Rebecca S. West: Taming anxiety in laboratory mice, en Nature Methods, vol. 7, 2010, pgs. 825–826.
(197b) C.M.Kofron, V.J.Fong y D.Hoffman-Kim: Neurite outgrowth at the interface of 2D and 3D growth environments, en Journal of Neural Engineering, vol. 6, 2009.
(197c) Michael E. Horwin: A cancer causing monkey virus from FDA-approved vaccines, en Albany Law Journal of Science & Technology, vol. 13, 2003 (http://www.sv40foundation.org/CPV-link.html). La contaminación con SV40 también apareció en las vacunas suministradas a los reclutas entre 1959 y 1961. Lo más inquietante es que existían advertencias de posible contaminación con virus procedentes de los monos (Herald R. Cox: Viral vaccines and human welfare, en The Lancet, 1953, pgs.1 y stes.). En 1955 y 1956 se descubrieron numerosos virus en los riñones de los macacos y sólo en 1958 Robert N. Hull (New viral agents recovered from tissue cultures of monkey kidney cells, en American Journal of Hygiene, vol. 68, 1958, pgs. 31 y stes.) descubrió 20 tipos distintos de ellos, reiterando la advertencia. En 1960 la multinacional Merck dejó de fabricarla, pero se siguieron utilizando las reservas existentes. Dos años después se advirtió que el SV40 causaba cáncer en ratas (A.J.Girardi y otros: Development of tumors in hamsters inoculated in the neonatal period with vacuolating virus SV40, en Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, vol.109, 1962, pgs.649 y stes.), una conclusión que se va imponiendo progresivamente, sobre todo desde la invención de la PCR. En abril de 2001 se celebró en Chicago una conferencia para abordar este asunto, vinculando el mesotelioma pleural al SV40, así como los osteosarcomas, tumores cerebrales y linfomas no hodgkins. También quedó claro que el virus de los simios se está transmitiendo, entre los seres humanos al menos por vía fetal, de las madres vacunadas a sus hijos, que no lo han sido. En Estados Unidos lo portan un 10 por ciento de los adultos sanos y un 5 por ciento de niños menores de 12 años, unos porcentajes que se duplican en los casos de inmunosupresión (S.Jafar, M.Rodríguez-Barradas, D.Y.Graham, J.S.Butel: Serological evidence of SV40 infections in HIV-infected and HIV-negative adults, en Journal of Medical Virology, vol.54, 1998, pgs.276 y stes.; J.S.Butel y otros: Evidence of SV40 infections in hospitalized children, en Human Pathology, vol.30, 1999, pgs.1496 y stes.). En Estados Unidos los afectados han creado una fundación para investigar esta situación (http://www.sv40foundation.org/).
(197d) Mayr: Histoire de la biologie, cit., pg.583.
(198) El comercio de semillas ha seguido una evolución muy singular. De una libertad total ha pasado a un control absoluto con la excusa de proteger a los agricultores de semillas fradulentas o en mal estado. La calidad de las semillas no es visible a primera vista y la voracidad especulativa llenó el mercado de estafadores que vendían cualquier tipo de género. En España el control se inició

con la Orden del Ministerio de Agricultura de 10 de marzo de 1917 y la Circular número 286 de la Dirección General del ministerio de 21 de octubre de 1917 sobre autorización de producción en viveros que creaba unos registros provinciales de capitalistas dedicados a la venta de semillas. Posteriormente el régimen legal se fue asimilando a las patentes, con una supervisión cada vez más estricta cuyo único objeto es el de preservar la biopiratería, es decir, los intereses monopolistas de un consorcio cada vez más reducido de empresas capitalistas y, finalmente, los transgénicos.
(199) François Jacob: La lógica de lo viviente cit., pg.213. Algunos manuales hacen gala de esta suplantación: "A pesar de su juventud la genética ha alcanzado una posición central en las ciencias biológicas porque el conocimiento de la estructura y función del material genético ha resultado esencial para entender la mayoría de los aspectos del organismo vivo". Incluso van más allá: "La genética constituye el paradigma actual de toda la biología" (Suzuki, Griffiths, Miller y Lewontin: Genética, cit., pgs.2 y 3).

(200) El título completo en castellano es: Introducción a la biología molecular. El hilo de la vida. Bioquímica. Ácidos nucleicos y código genético (Morata, Madrid, 1970). En alusión al ADN (y sólo al ADN), Kendrew concluye: "Éste es en verdad el hilo de la vida" (pg.70). Es el reduccionismo llevado a sus últimas consecuencias.
(201) Suzuki, Griffiths, Miller y Lewontin: Genética, cit., pg.4. En la misma línea de grandes titulares también estí la obra de Susan Aldridge: El hilo de la vida: de los genes a la ingeniería genética, Cambridge University Press, Madrid, 1999.
(202) ¿Qué es la vida?, cit., pgs.41-42 y 45.
(203) Ensayos de psicología celular, cit., pgs.26 y stes. y 126 y stes.
(204) El conocimiento de la vida, cit., pgs.70 y 79.
(205) Marx, carta a Laura y Paul Lafargue de 15 de febrero de 1869; Engels, carta a Piotr Lavrov de 12-17 de noviembre de 1875, en Cartas, cit., pgs.71 y 84 y stes.
(206) Jean Paul Deleage: Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature, La Decouverte, Paris, 1991, pgs.38 y 46.
(207) Carta a Piotr Lavrov de 10 de agosto de 1878, en Marx y Engels: Cartas sobre las ciencias de la naturaleza y las matemáticas, Anagrama, Barcelona, 1975, pg.96.
(208) Cornwell: Los científicos de Hitler, cit., pg.89.
(209) Herbert Wendt: Tras las huellas de Adán. La novela del origen del hombre, Noguer, Barcelona, 1873, pgs.283 y stes.
(210) Cfr. Nicolás González Varela: Nietzsche contra la democracia. El pensamiento político de Friedrich Nietzsche (1862-1872), Montesinos, 2010, pgs.174 y 282; Claire Richter: Nietzsche et les théories biologiques contemporaines, Mercure de France, París, 2ª Ed., 1911.
(211) Cornwell: Los científicos de Hitler, cit., pg.83.
(212) La genética soviética, cit., pg.52.
(213) La base científica de la evolución, Espasa-Calpe, Buenos Aires, 2ª Ed., 1949, pgs.181 y stes.
(214) Principios de genética, cit., pg.23.
(215) L'atomisme, cit., pgs.35 y stes.
(216) El problema de la vida, cit., pg.345.
(217) Según Gould, Weismann sí llevó a cabo su experimento, pero no con lagartijas sino con ratones. No obstante, añade, no fundamentó en ello sus conclusiones sino "en una estructura lógica de inferencias a partir de premisas, no sobre la observación" (La estructura de la teoría de la evolución, cit., pgs.227 y 232).
(218) Zum probleme der Vererbung, en Archiv f. Phisiol. der Pflüger, t.41, 1887.
(219) Henry Marie Bouley: Leçons de pathologie comparée. La nature vivante de la contagion, Paris, 1884, pg.145. El experimento de Brown-Séquard ya fue consignado por Darwin en "El origen de las especies".
(219b) Darwin ya lo apuntó en referencia a los seres humanos: "La epidermis de la planta de los pies de los niños, aun mucho antes de nacer, es más gruesa que la de todas las partes del cuerpo, fenómeno que sin duda alguna es debido a los efectos hereditarios de una presión constante verificada por largas series de generaciones" (El origen del hombre, cit., tomo I, pg.49). Un

sedicente “darwinista” como Mayr se saca un as de la manga para proporcionar una explicación antidarwinista de este fenómeno, basada en que el órgano es anterior a la función (Especies animales, cit., pgs.202 y 204).
(219c) Lucien Daniel: La variation dans la greffe et l’hérédité des caractères acquis, Masson, París, 1899.
(219d) L.Eschenhagen: Über den Einfluβ von Lösungen vershiedener Concentration auf das Wachstum von Schimmelpilzer, Stolp, Leipzig, 1889; Léo Abram Errera: Hérédité d’un caracter acquis chez un champignon d’après les expériences de M.Hunger, en Bulletin de l’Academie Royal de Belgique, 1899, pg. 81).
(220) T.M.Sonneborn: Herbert Spencer Jennings, en Biographical Memoirs, National Academy of Sciences, vol.47, pg.187; H. Rubin: On the nature of enduring modifications induced in cells and organisms, en American Journal of Physiology - Lung Cellular and Molecular Physiology, vol.258, 1990, pgs.19 y stes.
(221) Victor Jollos: Inherited changes produced by heat-treatment in Drosophila melanogaster, en Genetica, vol. 16, 1934, pgs.476 y stes.
(222) C.H.Waddington: Genetic assimilation of an acquired character, en Evolution, vol.7, 1953, pgs.118 y stes.
(222b) Cfr. Margulis: Planeta simbiótico, cit.,pg.39.
(223) Boris Ephrussi: Action de l’acriflavine sur les levures, en Unités biologiques douées de continuité génétique, Paris, Editions du CNRS, 1949, pgs. 165 y stes. El descubrimiento desencadenó una serie de ocho artículos de varios miembros de su laboratorio sobre la acción de la acriflavina sobre las levaduras, publicados en el Anuario del Instuto Pasteur, vols. 76 a 77, 1949.
(224) A.Durrant: Environmental conditioning of flax, en Nature, vol.181, 1958, pgs.928 y 929; The environmental induction of heritable change in Linum, en Heredity, 1962, vol.17, pgs.27 y stes.; con D.B.Nicholas: An unstable gene in flax, en Heredity, vol.25, 1970, pgs.513 y stes.; con J.N.Timmis: Genetic control of environmentally induced changes in Linum, en Heredity, vol. 30, 1973, pgs.369 y stes.; C.A.Cullis: Molecular aspects of the environmental induction of heritable changes in flax, en Heredity 38, 1977, pgs.129 y stes.; Quantitative variation of ribosomal RNA genes in flax genotrophs, en Heredity, vol.42, 1979, pgs.237 y stes.; DNA sequence organization in the flax genome, en Biochimica et Biophysica Acta, vol. 652, 1980, pgs.1 y stes.; Environmental induction of heritable changes in flax: Defined environments inducing changes in rDNA and peroxidase isozyme band pattern, en Heredity, vol. 47, 1981, pgs. 87 y stes.; Environmentally induced DNA changes in plants, en CRC Critical Reviews in Plant Science, vol.1, 1983, pgs.117 y stes.; DNA rearrangements in response to environmental stress, Advances in Genetics, vol.28, 1990, pgs.73 y stes.; con L.M.Charlton: The induction of ribosomal DNA changes in flax, en Plant Science Letters, vol.20, 1981, pgs.213 y stes.; con G.P.Greissen: Genomic variation in plants, en Annals of Botany Supplement, vol. 4, 1987, pgs.103 y stes.; con R. G. Schneeberger: Specific DNA alterations associated with the environmental induction of heritable changes in flax, en Genetics, vol. 128, 1991, pgs.619 y stes.
(224b) Un pueblo casi extinguido que habitaba la Tierra de Fuego, los yaganes, ya había logrado amaestrar zorros, creando una especie de perro doméstico. Beliayev comenzó en Novosibirsk con 130 zorros sivestres (*Vulpes vulpes*), a los que recluyó en un centro del Instituto de Citología y Genética de aquella ciudad. Incluso después de la muerte de Beliayev en 1985, el experimento nunca se dio por finalizado, grabando en vídeo el riguroso protocolo de actuación del equipo científico. En la actualidad continúa estudiando los vínculos entre el comportamiento y el ADN mediante la comparación genómica directa de los dos grupos de zorros e intervenciones directas, como trasplantes de embriones. Los zorros domesticados muestran un nivel de adrenalina más bajo de lo normal, manchas en la piel, un oído relativamente más débil y un encrespamiento de sus colas.
(225) D.J.Hill: Environmental induction of heritable changes in Nicotiana rustica, en Nature, 1965, vol. 207, pgs.732 y stes.
(226) Arthur D.Riggs: X inactivation, differentiation and DNA methylation, en Cytogenetics and Cell Genetics, 1975, 14, pgs.9 y stes.; Robin Holliday y J.E.Pugh: DNA modification mechanisms

and gene activity during development, en Science, 1975, vol.187, pgs. 226 y stes.; Robin Holliday: A different kind of inheritance, en Scientific American, 1989, vol. 260, pgs.60 y stes.; y Robin Holliday: Epigenetics: a historical overview, en Epigenetics, 2006, vol. 1, pgs. 76 y stes.
(227) W.Nagl y W. Rucker: Effect of phytohormones on thermal denaturation profiles of Cymbidium DNA: Indication of differential DNA replication, en Nucleic Acids Research, 3, 1976, pgs.2033 y stes.
(227b) R.M.Gorczynski y E.J.Steele: Simultaneous yet independent inheritance of somatically acquired tolerance to two distinct H-2 antigenic haplotype determinants in mice, en Nature, vol.289, 1981, pgs.678 y stes.; R. M. Gorczynski y E.J.Steele: Inheritance of acquired immunological tolerance to foreign histocompatibility antigens in mice, en Proceedings of the National Academy of Sciences, vol.77, 1980, pgs.2871 y stes.; en los países capitalistas los precedentes de estas investigaciones se pueden consultar en: R.D.Guttman, G.I.Vosika y J.B.Aust: Homograft tolerance in adult mice, en Journal of National Cancer Institute, vol.33, 1964, pgs.1 y stes.; G.M.Evans: Induced chromosomal changes in Linum, en Heredity, vol.23, 1968, pgs.25 y stes.; y K.Kanazawa y A.Imai: Parasexual-sexual hybridization. Heritable transformation of germ cells in chimeric mice, en Journal of Experimental Medicine, Japón, vol. 44, 1974, pgs. 227 y stes.
(228) En los mamíferos los priones causan patologías infecciosas, como la enfermedad de las vacas locas (encefalitis espongiforme bovina, *scrapie* ovina y Creutzfeldt-Jakob en seres humanos). Novel proteinaceous infectious particles cause scrapie, en Science, vol. 216, 1982, pgs.136 y stes.; J.S.Griffith: Self–replication and scrapie, en Nature, vol.215, 1967, pg.1043; Enfermedades priónicas, en Revista de Neurología, vol.31, 2000, pgs.129 y stes. Yury O. Chernoff sostiene que los priones son un mecanismo de herencia de los caracteres adquiridos (Mutation processes at the protein level: is Lamarck back?, en Mutation Research, vol.488, 2001, pgs.39 y stes.).
(229) Hiroshi Sano y otros: A single treatment of rice seedlings with 5-azacytidine induces heritable dwarfism and undermethylation of genomic DNA, Molecular Genetics and Genomics, 1990, vol.220 pgs. 441 y stes.
(230) G.N.Amzallag, H.R.Lerner y A.Poljakoff-Mayber: Induction of increase salt tolerance in Sorghum bicolor by NaCl pretreatment. J Exp Bot, vol.41, 1990, pgs.29 y stes. G.N.Amzallag, H.Selligmann, H.R.Lerner: A developmental window for salt- adaptation in Sorghum bicolor. J Exp Bot 44, 1993, pgs.645 y stes.
(230b) J.S.Heslop Harrison: Gene expression and parental dominance in hybrid plants, Development, 1990, vol.108 (suplemento), pgs.21 y stes.
(231) L. Natali y otros: Nuclear DNA changes within Helianthus annus L. Changes within single progenies and their relationships with plant development, en Theoretical and Applied Genetics, vol.85, 1993, pgs.506 y stes.
(231b) J.S.Johnstony otros: Environmentally induced nuclear 2C DNA content instability in Helianthus annus (Asteraceae). Am J Bot, vol.83, 1996, pgs.1113-1120
(231c) M.A.Fieldes: Heritable effects of 5-azacytidine treatments on the growth and development of flax (Linum usitatissimum) genotrophs and genotypes, Genome, 1994, vol. 37 pgs.1 y stes.
(232) Giacomo Cavalli y Renato Paro: The Drosophila Fab-7 chromosomal element conveys epigenetic inheritance during mitosis and meiosis, en Cell, 1998, vol. 93, pgs.505 y stes.; Marc Hild y Renato Paro: Anti-silencing from the core: a histone H2A variant protects euchromatin, en Nature Cell Biology, 2003, vol.5, pgs.278 y stes.; Christian Beisel y Renato Paro: Silencing chromatin: comparing modes and mechanisms, en Nature Reviews Genetics, 2011, vol. 12, pgs. 123 y stes.
(232b) A.A.Agrawal, C.Laforsch y R.Tollrian: Transgenerational induction of defences in animals and plants, en Nature, vol. 401, 1999, pgs.60 y stes.
(233) Jan M.Lucht y otros: Pathogen stress increases somatic recombination frequency in Arabidopsis, Nature Genetics, vol.30, 2002, pgs.311 y stes.
(233b) H.Lemke, A.Coutinho y H.Lange: Lamarckian inheritance by somatically acquired maternal IgG phenotypes, en Trends in Immunology, vol.25, 2004, pgs.180 y stes.; el fenómeno se observa en todos los mamíferos, por ejemplo en los caballos, y también con las inmunoglobulinas de tipo E: vid. Bettina Wagnera y otros: Occurrence of IgE in foals: Evidence for transfer of maternal IgE by

the colostrum and late onset of endogenous IgE production in the horsestar, en Veterinary Immunology and Immunopathology, vol. 110, 2006, pgs. 269 y stes.; Eliane Martia y otros: Maternal transfer of IgE and subsequent development of IgE responses in the horse (Equus callabus), en Veterinary Immunology and Immunopathology, vol. 127, 2009, pgs. 203 y stes.
(234) Science, 3 de junio de 2005; S.Ojeda y M.K.Skinner: Puberty in the rat, en Encyclopedia of Reproduction, Knobil & Neil (eds.), Elsevier Academic Press, San Diego, California, 2005; C.L.Small, J.E.Shima, M.Uzumcu, M.K.Skinner y M.D.Griswold: Profiling gene expression during the differentiation and development of the murine embryonic gonad, en Biology of Reproduction, vol. 72, 2005, pgs.492 y stes.
(235) Jean Molinier y otros: Transgeneration memory of stress in plants, Nature, 2006, núm. 442, pgs.1046 y stes.
(235b) J.A.Arai, Shaomin Li, D.M. Hartley y L.A. Feig: Transgenerational rescue of a genetic defect in long-term potentiation and memory formation by juvenile enrichment, en The Journal of Neuroscience, vol.29, 2009, pgs. 1496 y stes. En el experimento, el cambio del entorno ocurrió mucho antes de que los ratones fueran fértiles. La conclusión es que los hábitos, incluidos los que refuerzan la memoria a largo plazo, son hereditarios, es decir, una confirmación literal del postulado de Lamarck.
(236) Las personas que han padecido trastornos postraumáticos también tienen más anticuerpos contra el citomegalovirus, el virus del herpes que está presente en más poblaciones humanas, lo cual puede indicar un envejecimiento acelerado como consecuencia de la exposición a la tensión psicológica (Monica Uddina y otros: Epigenetic and immune function profiles associated with posttraumatic stress disorder, en Proceedings of the National Academy of Sciences, 1 de abril de 2010; Jessica Hamzelou: Trauma leaves its mark on immune system genes, en New Scientist, 6 de mayo de 2010).
(237) De Aristóteles a zoológicos, cit., pg.184.
(238) El origen de las especies, cit., pgs.471-472.
(239) La estructura de la teoría de la evolución, cit., pgs.224 y stes.
(240) Huxley: Vivimos una revolución, cit., pgs.108-109.
(241) Fernández Pérez y González Bueno: Biodiversidad, cit., pg.121.
(242) El caso Lysenko, cit., pgs.72 y 77 a 79. A esta explicación, Lysenko añade una tesis, derivada de la pangénesis de Darwin: "Las partes modificadas del cuerpo del organismo progenitor siempre poseen una herencia modificada". Lo mismo que Darwin, Lysenko se apoya en las patatas, pero esta generalización quizá no se pueda sostener siquiera para todas las plantas. Volveremos sobre ello al exponer las hibridaciones vegetativas.
(243) Cfr. Gould: La estructura de la teoría de la evolución, cit., pg.248.
(244) G.Lukacs: El asalto a la razón. La trayectoria del irracionalismo desde Schelling hasta Hitler, Grijalbo, Barcelona, 1976.
(245) Perspectivas en la teoría general de sistemas. Estudios científico-filosóficos, Alianza Universidad, Madrid, 2ª Ed., 1982, pg.98.
(246) El origen de las especies, cit., pg.280.
(247) Essais sur l'hérédité et la sélection naturelle, Paris, Reinwald, 1892, pg.528.
(248) Essais, cit., pg.535.
(249) El origen de las especies, cit., pgs.60,86 y 159; El origen del hombre, cit., tomo I, pg.226.
(250) Essais, cit., pg.526.
(251) "La hipótesis de Weismann representa un retorno casi completo a las ideas del preformismo del siglo XVII" (La ciencia en nuestro tiempo, cit., pg.202).
(252) Aristóteles, Metafísica, cit., pgs.218 y 230.
(253) T.H.Morgan: Embriología y genética, Espasa-Calpe, Buenos Aires, 1945, pg.44.
(254) Lo que se puede considerar como infinitas no son las células sino, en todo caso, las estirpes celulares, y esto sólo dentro de ciertos parámetros. Las células se dividen hasta el llamado "límite de Hayflick", que en las humanas es de unas cincuenta veces. No proliferan *in vitro* de forma indefinida, aunque se les suministren todos los nutrientes necesarios. Después de un cierto número

de divisiones dejan de dividirse (Leonard Hayflick: Biología celular del enevejecimiento humano, en Investigación y Ciencia, núm.42, marzo de 1980, pgs.24 y stes.). Ese número depende de la longitud de los extremos de los cromosomas, denominados telómeros. Al duplicarse la célula el ADN de los telómeros no se duplica íntegramente, por lo que el telómero se acorta. Cada telómero humano pierde unos 100 pares de bases de ADN telomérico en cada duplicación, lo que representa unos 16 fragmentos. Al cabo de un número determinado de divisiones el telómero ha desaparecido completamente. El acortamiento del telómero impide su función protectora del cromosoma, con lo que éste se vuelve inestable, se fusiona o se pierde. Las células sin telómeros no sólo son incapaces de duplicarse, sino que dejan de ser viables. Para frenar este proceso, después de cada división celular, una enzima, denominada telomerasa, restablece la integridad de los telómeros.
(255) R.S. Padrón Durán y otros: Interpretación del análisis seminal, en Revista Cubana de Endocrinología, 1998, núm.9, pgs.81 y stes.
(255b) Mutant mice challenge rules of genetic inheritance, en Nature, 24 de mayo de 2006 (http://www.nature.com/news/2006/060522/full/news060522-13.html)
(255c) J.Lee Nelson: Microquimerismo, en Investigación y Ciencia, núm.379, abril de 2008, pg.72 y stes.
(256) F.W.Nichols: Introducción a la genética veterinaria, Acribia, Zaragoza, 1998, pgs.128 y stes.
(257) Los rumiantes no pueden recibir anticuerpos (inmunoglobulinas Ig o γ-globulinas), como otros mamíferos, a través de la placenta. En los demás casos a través de ella pasan los anticuerpos, si bien sólo los de tipo IgG, no los IgA, IgD, IgE o IgM. El ritmo de transferencia de IgG a través de la placenta es lento en las 24 primeras semanas de gestación, aunque aumenta exponencialmente durante la segunda mitad del embarazo. Por esta vía el ser humano recién nacido puede tener concentraciones de anticuerpos comparables a los de su madre. Los IgG son los anticuerpos más importantes; representan entre un 65 y un 90 por ciento de ellos. El tipo de inmunoglubulina predominante en el calostro de la mayor parte de los mamíferos domésticos también es IgG. En la leche de vaca, aproximadamente el 80 por ciento de las inmunoglobulinas presentes son IgG (Cfr. Balinsky: Introducción a la embriología, cit., pgs. 277 y 346).
(258) François Denis: Les virus transmissibles de la mère à l'enfant, Paris, 1999.
(259) Se acumulan las evidencias que apuntan hacia un origen fetal de ciertas patologías siquiátricas. La rubeola o diversos tipos de herpes en la mujer embarzada parecen estar ligados a ciertos desórdenes siquiátricos en los neonatos, como autismo, desorden bipolar e incluso Alzheimer. Los indicios son más abundantes en la esquizofrenia. Varias investigaciones apuntan hacia una relación entre la infección de la embarazada con el parásito unicelular *Toxoplasma gondii* y el riesgo de esquizofrenia para el descendiente. Un estudio realizado en 2006 en la Universidad de Columbia puso de manifiesto que hasta un 20 por ciento de las esquizofrenias podrían estar ligadas a infecciones prenatales. Actualmente ya existen más de 200 estudios publicados mostrando que la esquizofrenia es más frecuente (cerca del 10 por ciento) en los niños que nacen en invierno o primavera, es decir, en las épocas que predomina el virus de la gripe. Otra investigación realizada en 2001 mostró que los hijos de madres expuestas en Estados Unidos a la epidemia vírica de rubeola de 1964 tuvieron un riesgo 10 veces superior al normal de sufrir esquizofrenia. Por último, una investigación publicada en 2004 sobre 200 embarazadas a lo largo de 10 años, mostró que las embarazadas que habían padecido gripe durante su embarazo presentaron un riesgo de esquizofrenia para sus descendientes tres veces superior.
(260) Charles Houillon: Sexualidad, Omega, Barcelona, 1972, pgs.17 a 29.
(261) Balinsky: Introducción a la embriología, cit., pgs. 631 y stes.
(262) Carlson: Embriología básica, cit., pg.35-36. La aparición de gemelos univitelinos así como de siameses unidos por el cuerpo, son variantes de ese mismo fenómeno embrionario.
(263) Gilbert: Biología del desarrollo, cit., pg.655.
(264) Carlson: Embriología básica, cit., pg.78-89.
(265) U.Lüttge, M.Kluge y G.Bauer: Botánica, McGraw-Hill, Madrid, 1993, pg.481.
(266) Cfr. Felix Le Dantec: La crisis del transformismo, cit. “Hacia 1890 comenzaron a manifestarse dudas acerca del mismo [del darwinismo], y hacia 1910 la teoría estaba tan pasada de

moda que algunos críticos proclamaron la muerte del darwinismo" (Huxley: Vivimos una revolución, cit, pg.94); Julian Huxley: La evolución. Síntesis moderna, Losada, Buenos Aires, 1965, pgs.22 y stes.; P.J.Bowler: El eclipse del darwinismo. Teorías evolucionistas antidarwinistas en las décadas en torno a 1900, Labor, Barcelona, 1985.
(267) Sinnott, Dunn y Dobzhansky: Principios de genética, cit., pg.51.
(268) L.A. Callender: Gregor Mendel: An opponent of descent with modification, en History of Science, vol.26, 1988; B.E. Bishop: Mendel's opposition to evolution and to Darwin, en Journal of Heredity, vol.87, 1996, pgs,205 y stes. "Es probable que el propósito de Mendel fuera mostrar la inmutabilidad última de la herencia", dice también Margulis (Planeta simbiótico, cit., pg.31).
(269) M.Sageret: Considération sur la production des hybrides, des variantes et des variétés en général, et sur celles de la famille des Cucurbitacées en particulier, en Annales de Science Naturelle, vol.8, 1826, pgs. 294 y stes.
(270) Hugo de Vries: La ley de disyunción de los mestizos, en Cuatro estudios sobre genética, Emecé, Buenos Aires, 1946, pgs.107 y stes.
(271) La tercera revolución verde. Plantas con luz propia, Debate, Madrid, 1998, pg.88.
(272) Hugo de Vries: Intracellular pangenesis, The Open Court Publishing, Chicago, 1910.
(273) Ruth Hubbard y Elijah Wald: El mito del gen. Cómo se manipula la información genética, Alianza Editorial, Madrid, 1999, pg.87. En referencia a esta distinción entre factor y carácter, Canguilhem ha destacado el valor analítico del método de Mendel (Ideología y racionalidad en la historia de las ciencias de la vida, Amorrortu, Madrid, 2005, pgs.52 y stes.). Esto no es históricamente exacto. La diferenciación corresponde a Weismann, mientras que Mendel estaba interesado en la diferenciación entre los caracteres. Lo que le interesaban eran éstos, no los factores.
(274) Suzuki, Griffiths, Miller y Lewontin: Genética, cit., pg.4.
(275) "Un hecho sorprendente es que los elementos sexuales masculinos y femeninos, brotes e incluso animales adultos conserven escritos con una especie de tinta invisible una serie de caracteres dispuestos a desarrollarse en algún momento en determinadas circunstancias" (Darwin: La variación de los animales y las plantas bajo domesticación, Catarata, Madrid, 2008, tomo II, pg.83).
(276) Ilse Jahn, Rolf Löther y Konrad Senglaub: Historia de la biología. Teorías, métodos y biografías breves, Labor, Barcelona, 1990, pg.371.
(277) Maurice Caullery: Les conceptions modernes de l'hérédité, Flammarion, Paris, 1935, pg.45.
(278) Smith, El problema de la vida, cit., pg.346.
(279) Carl Correns: La regla de Mendel sobre el comportamiento de la descendencia de los mestizos, en Cuatro estudios sobre genética, cit., pg.147.
(280) L.L.Cavalli-Sforza y W.F.Bodmer: Genética de las poblaciones humanas, Omega, Barcelona, 1981, pgs.501 y stes.
(281) D.Briggs y S.M.Walters: Evolución y variación vegetal, Guadarrama, Madrid, 1969, pg.72.
(282) G.Mendel: Experimentos sobre híbridos en las plantas, en Cuatro estudios sobre genética, cit., pgs.15-16.
(283) Marx y Engels: Cartas, cit., pg.49.
(284) La variación de los animales y las plantas, cit., tomo II, pg.826.
(285) La lógica de lo viviente, cit., pg.207.
(286) Federico di Trocchio: Las mentiras de la ciencia. ¿Por qué y cómo engañan los científicos?, Alianza Editorial, Madrid, 2003, pg.276.
(287) R.A.Fisher: Has Mendel's work been rediscovered?, en Annals of Science, 1, 1936, pgs.115 y stes.
(288) Mayr: Histoire de la biologie, cit., pg.665.
(289) Filosofía de la biología, Alianza Universidad, Madrid, 1979, pg.35.
(290) Ingeniería genética: ¿sueño o pesadilla?, Gediasa, Barcelona, 2001, pgs.97-98.
(291) Postgate: Las fronteras de la vida, cit., pg.184.
(292) Ingeniería genética, cit., pg.96.
(293) L'atomisme, cit., pg.45.

(294) Savants sovietiques et relations internationales, Paris, Julliard, 1973, pg.102.
(295) http://www.ugr.es/~amenende/docencia/Genes_Pais.pdf
(296) Historia social de la ciencia, cit., pg.47.
(297) Scientists and Engineers for Social and Political Action (SESPA): Science against the people: The story of JASON, The elite group of academic scientists who, as technical consultants to the Pentagon, have developed the latest weapon against peoples' liberation struggles. Automated Warfare, Berkeley, 1972 (http://socrates.berkeley.edu/~schwrtz/SftP/Jason.html); Ann Finkbeiner: Los jasones. La historia secreta de los científicos de la guerra fría, Paidós, Barcelona, 2007.
(298) Abraham Flexner: Medical education in the United States and Canada. A report to the Carnegie Foundation for the advancement of teaching, Bulletin num.4, Boston, Massachusetts, 1910.
(299) En 1900 la mayor parte de los fármacos patentados se componían de alcohol y derivados del opio y la cocaína; en otros casos contenían tóxicos organofosforados. El fraude fue denunciado por el periodista Samuel Adams en una serie de artículos publicados por la revista *Collier's Weekly* entre octubre de 1905 y febrero del año siguiente, luego recopilados en un libro titulado *The great american fraud: Articles on the nostrum evil and quacks* que sigue siendo una referencia del periodismo de investigación.
(300) A comienzos de siglo, Estados Unidos prohibió en todo el mundo el comercio de alcohol, al tiempo que impuso crecientes restricciones al consumo de otras sustancias calificadas de drogas, como el tabaco. Incluso llegó a convertir la persecución en un problema criminal: el opio, la cocaína, la marihuana y otros productos pasaron del mercado blanco al mercado negro a base de golpes legislativos, es decir, de decisiones políticas. Lo que califican como droga, como alimento o como fármaco está sancionado por una estricta regulación, lo cual, en ocasiones, puede tener algún respaldo científico, o carecer de él. Quien se esfuerza por vestir con ropajes científicos las decisiones legislativas son organismos estadounidenses, como la FDA. Al final del trayecto las decisiones que toma Estados Unidos se convierten en tratados internacionales, en leyes para el mundo entero. Pero, ¿las decisiones políticas de la FDA tienen algo que ver con la ciencia? Desde luego, la historia de la legalización en 1974 del aspartamo, un edulcorante artificial conocido en Europa como E-951, por la FDA no forma parte de la historia de la ciencia sino de los anales de corrupción. La FDA autorizó el aspartamo a pesar de que, por sus efectos neurotóxicos, formaba parte integrante de algunas de las armas químicas del Pentágono. Desde su descubrimiento hasta su aprobación para el consumo humano transcurrieron varios años. Pero no pasó de los arsenales a los supermercados por ningún tipo de consideraciones científicas, sino por las pesadas servidumbres económicas y políticas de la FDA. Ante las evidencias científicas de la toxicidad del edulcorante, en octubre de 1980 la FDA bloqueó su distribución, pero la llegada de Reagan a la Casa Blanca al mes siguiente dio un giro a la situación porque GD Searle tenía la patente del aspartamo y Donald Rumsfeld (jefe del gabinete y secretario de Defensa) era presidente de GD Searle desde 1977. El presidente de la FDA fue destituido y en su lugar se nombró a Arthur Hull Hayes, uno de esos "científicos" al servicio de Rumsfeld, del Pentágono y, por lo tanto, de GD Searle. En julio de 1981 Hayes respaldó la comercialización del aspartamo en alimentos sólidos y dos años después en bebidas gaseosas. Pero tuvo que dimitir por aceptar sobornos, pasando a formar parte de la empresa de relaciones públicas de GD Searle. En 1985 Monsanto compró el laboratorio y en 2000 pasó a manos de Merisant. Bajo diferentes marcas y nombres comerciales el aspartamo es el edulcorante habitual en más de 5.000 productos de alimentación y 500 dietéticos, tales como refrescos sin azúcar, chicles, chocolates, caramelos, yogures y postres. Al continuar apareciendo pruebas de su carácter tóxico, en 1985 la FDA pidió al CDC (Centro para el Control de Enfermedades) que examinara las primeras 650 denuncias, que pronto se convirtieron en 10.000. El dictamen reconoció que en la cuarta parte de los casos, los síntomas cesaban al dejar de ingerir aspartamo y recomenzaban al volver a tomarlo. Pero la FDA saltó por encima del informe y el mismo día en que publicó su veredicto, Pepsi-Cola anunció la incorporación del edulcorante a su brebaje en una campaña publicitaria a escala mundial, obviamente preparada de antemano. Todo estaba atado y bien atado. Donald Kendal, presidente de Pepsi, había sido asesor de la Casa Blanca y era amigo

personal de Rumsfeld (Pat Thomas: Aspartame. The shocking story of the world's bestselling sweetener, en The Ecologist, 26 de setiembre de 2005, pgs. 35 y stes.). Como tantas otras historias de corrupción, el aspartamo acabó en los tribunales. GD Searle fue denunciada judicialmente por manipular los informes científicos, pero quienes debían perseguir el delito, los fiscales Skinner y Conlon, también fueron sobornados con su nombramiento para altos cargos políticos. A Skinner le nombraron Secretario de Transportes y luego Jefe del Equipo de la Casa Blanca de Bush. El expediente se cerró discretamente y Rumsfeld recibió una recompensa de 12 millones de dólares por sus habilidades burocráticas. Lo público y lo privado siguieron siendo un único camino de doble dirección. Durante años, mientras Michael Friedman trabajó en la FDA rechazó miles de quejas de consumidores del aspartamo y luego fue nombrado vicepresidente de Monsanto. Es la otra cara de la estrecha vinculación entre un determinado tipo de "ciencia" y la política, justamente aquella que no tienen en cuenta los críticos de Lysenko.
(301) La stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) es el contrapunto del aspartamo. Se trata de una planta cuyas hojas utilizan los guaraníes como edulcorante y desde hace décadas su consumo está muy implantado en Latinoamérica y China. En Japón la stevia ha estado disponible comercialmente desde 1971 y nunca se ha registrado ningún problema de salud. Hasta la fecha se han aislado diez principios activos causantes del sabor dulce de la planta que, además, tiene múltiples propiedades curativas. No altera la concentración de glucosa en sangre, por lo que su consumo está aconsejado para los diabéticos y para las dietas bajas en calorías. Sin embargo, en 1986 la FDA frenó primero su comercialización Estados Unidos y acabó prohibiéndola en 1990. Los responsables de la decisión dejaron poco después sus cargos para trasladarse a Nutrasweet Company, la empresa que fabricaba aspartamo. En 1994 el Congreso de Estados Unidos aprobó la *Dietary Supplement Health and Educación Act* que autoriza la comercialización de plantas y otros productos naturales como suplementos nutricionales, prohibiendo cualquier mención a las virtudes terapéuticas de los mismos. Desde el punto de vista jurídico, esos preparados naturales nunca podrán considerarse como medicinas. En Estados Unidos la introducción de la stevia no se logró hasta finales de 2008, cuando las ventas de Pepsi y Coca-Cola cayeron durante tres años seguidos en su gama de bebidas bajas en calorías a causa del alto contenido de fructosa, los problemas de obesidad y la creciente repulsa del aspartamo. La decisión seudocientífica de la FDA sólo cambió cuando las multinacionales de los refrescos estuvieron preparados para sustituir el aspartamo por la stevia. La multinacional agroalimentaria Cargill creó Truvia para Coca-Cola, un preparado sintético de rebiana (extracto de estevia) y erythritol (alcohol de azúcar) que se comercializa bajo marcas como Zevia, Zerose y Zsweet. Por su parte, Whole Earth Sweeteners, una filial de Merisant, creó Purevia para Pepsi que, además de rebiana y erythritol, también contiene isomaltosa. Por consiguiente, la FDA sigue sin reconocer a la stevia como producto natural sino a un preparado patentado a base de sus principios activos. También en la ciencia, el que paga manda.
(302) Considerations suggested by publications of Dr. Noguchi on experimental yellow fever, en New Orleans Medical and Surgical Journal, vol.72, 1920, pgs.499 y stes.
(302b) S.S.Kantha: Hideyo Noguchi's research on yellow fever (1918-1928) in the pre-electron microscopic era, The Kitasato archives of experimental medicine, vol.62, 1989, pgs.1 y stes.; Atsushi Kita: Dr. Noguchi's Journey: A life of Medical Search and Discovery, Kodansha International, Tokyo, 2005.
(302c) Dorothy H.Crawford: El enemigo invisible. La historia secreta de los virus, Península, Barcelona, 2004, pgs.125-126.
(302d) Martin J.Walker: Dirty medicine: Science, big busines and the assault on natural health care, Slingshot Publications, Londres, 1993.
(303) La construcción del acelerador de partículas tuvo que ver tanto con la medicina como con la mecánica cuántica. Varias fundaciones médicas privadas contribuyeron a su financiación porque Ernest O. Lawrence (1901-1958) se encargó de convencerles de que serviría para curar el cáncer (Latour: La ciencia en acción, cit., pg.110). El Laboratorio de Radiación de la Universidad de Berkeley descubrió varios radioisótopos y elementos transuránicos fundamentales en el desarrollo del armamento nuclear bajo la dirección de Gilbert Newton Lewis (1875–1946) y el mencionado

Lawrence. Dentro del mismo laboratorio Glenn Seaborg (1912–1999) participó en el descubrimiento de diez elementos transuránicos, entre ellos el plutonio, elemento esencial en la fisión nuclear, por lo que en 1951 le concedieron el Premio Nobel de Química. Al mismo tiempo, bajo su dirección se fabricaron una amplia variedad de radionucleótidos empleados en el tratamiento del cáncer, como el yodo-131, el hierro-59 y el cobalto-60. Finalmente, intervino en la redacción del Tratado para la Prohibición de Pruebas Nucleares de 1963. Otros como Willard F. Libby (1908-1980), Martín D. Kamen (1913-2002) y Samuel Ruben (1913-1943) realizaron igualmente investigaciones con fines a la vez militares y médicos.
(304) En 1983 los dos principales laboratorios de armamento nuclear, el de Los Álamos y el Lawrence Livermore, empezaron a trabajar en la creación de una biblioteca génica utilizando nuevas técnicas para clasificar los cromosomas, en especial una conocida como "análisis de flujo citogenético", en la que los cromosomas se mezclan con marcadores fluorescentes. Dado que cada cromosoma incorpora diferente cantidad de marcador, resulta posible clasificarlos enfocándolos con rayos láser y midiendo la cantidad de marcador incorporada por cada uno de ellos. En 1986 se habían conseguido clasificar por este sistema todos los cromosomas excepto el 10 y el 11. En febrero de 1986 los laboratorios nucleares elaboraron una primera biblioteca con fragmentos de ADN humano y Charles DeLisi, director de la Oficina de Investigación Sanitaria y Ambiental, propuso que el Departamento de Energía intensificara su participación en las investigaciones genéticas basadas en la nueva biología molecular. La secuenciación del genoma humano era una tarea tan gigantesca que sólo los dos grandes laboratorios nucleares estaban capacitados para abordarla. En marzo de aquel año el Departamento de Energía organizó una reunión científica en Santa Fe, Nuevo México, para discutir el proyecto de DeLisi, que los participantes respaldaron (Cfr.J.Beatty: Opportunities for genetics in the atomic age, Hellon Symposium: Institutional and Disciplinary Contexts of the Life Sciences, MIT, Cambridge, Massachusetts, 1994; cit. Máximo Sandín: Teoría sintética: crisis y revolución, en Arbor, núm. 623-624, tomo CLVIII, noviembre-diciembre de 1997).
(305) Edwin Black: War against the weak. Eugenics and america's campaign to create a master race, Four Walls Eight Windows, Nueva York, 2003, pgs. 89 a 93.
(305b) El DDT (dicloro difenil tricloroetano) es un compuesto del grupo de los hidrocarburos clorados sintetizado por primera vez en 1874, aunque su aplicación insecticida la descubrió Paul Muller en 1933. Como es soluble en lípidos, se concentra en la grasa corporal, de manera que sus restos se siguen encontrado en el tejido adiposo de los pingüinos de la Antártida. De igual modo, durante la lactancia materna la leche acumula un tres por ciento de grasa mezclada con DDT, que se transmite al recién nacido. Lo mismo sucede cuando una persona intoxicada por el pesticida adelgaza: el DDT pasa al torrente sanguíneo y de ahí al sistema nervioso central. En su obra "Primavera silenciosa" Rachel Carson denunció los estragos del DDT, uno de cuyos efectos parece ser la poliomielitis, según algunas teorías. En 1976 se prohibió en Estados Unidos pero, muy posiblemente, no por razones ecológicas sino porque unas 70 especies del mosquito anófeles que causa la malaria habían desarrollado resistencia al insecticida (Max Shein: ¿Medicina tradicional vs. medicina científica? El paradigma del paludismo, en Anales Médicos, vol.39, 1994, pgs.35-36). A pesar de ello, la OMS anunció en 2006 que volverá a autorizar el empleo de DDT como insecticida contra la malaria.
(306) Las variedades de trigo son enanas por efecto de dos secuencias de ADN denominadas Norin 10. Estas variedades son menos estables en la producción de grano de año en año que las de altura normal. También son más sensibles a las fluctuaciones climáticas y a las epidemias. Otra desventaja es que necesitan grandes cantidades de fertilizantes para lograr su máximo rendimiento. Una gran parte de la producción mundial de trigo panadero depende de variedades con las secuencias genómicas Norin 10. Los japoneses fueron los primeros en utilizarlas en programas de mejora. Las obtuvieron a partir de dos estirpes de las que luego Borlaug se aprovechó en México. La primera es la *Akogomugi* mejorada a finales del siglo XIX, que se introdujo en Italia en 1911 para la fabricación de pan. La segunda es la variedad *Daruma*. En 1917 los japoneses cruzaron un derivado de ella, denominado *Shirodaruma*, con la variedad norteamericana *Fults*. A su vez, el producto de

ambas se cruzó con otra variedad americana, *Turkey Red*, que no tuvo impacto en la agricultura japonesa, pero en 1948 la Universidad de Washington la utilizó en un programa para obtener variedades capaces de soportar el uso intensivo de agrotóxicos. La variedad *Brevor 14* fue la que Rockefeller, a través de Borlaug, lanzó al mercado internacional en 1953.
(307) Shiro Ishii era militar y graduado en medicina por la Universidad Imperial de Kioto.
(308) Cornwell: Los científicos de Hitler, cit., pgs.101 y 150.
(309) Ervin Hexner: Cárteles internacionales, Fondo de Cultura Económica, México, 1950, pgs.350-351. Uno de los acuerdos entre Standard Oil e IG Farben se puede consultar en las pgs.598 y stes.
(310) En setiembre de 1955 Hoechst designó a Friedrich Jaehne, un criminal de guerra convicto en Nuremberg, como presidente de su Junta Directiva. Un año después Bayer nombró a Fritz ter Meer, otro criminal de guerra convicto, para el mismo cargo. La IG Farben renacía de sus cenizas (Cornwell: Los científicos de Hitler, cit., pgs.64 y stes y 359 y stes.). En la preguerra IG Farben también mantuvo relaciones con Dow Chemical para hundir la producción estadounidense de manganeso.
(311) Cornwell: Los científicos de Hitler, cit., pg.377. Arthur Rudolph, encargado del trabajo de los prisioneros del campo de concentración de Dora, fue el jefe del programa de la nave Saturno. Kurt Debus, antiguo miembro de las SS, se conviertió en el primer director del *Kennedy Space Center* en Cabo Cañaveral. Hubertus Strughold, encargado de los experimentos con los presos en los campos de exterminio, fue nombrado jefe de División de Medicina Aeroespacial.
(312) CGIAR es el acrónimo en inglés del Grupo Consultivo de Investigación Agraria Internacional. Para formarlo, Ford y Rockefeller fusionaron en 1971 en Bellagio (Italia) varios centros de investigacion agraria que tenían dispersos por el mundo. Por medio de Maurice Strong, Rockefeller organizó en 1972 la Conferencia de la ONU sobre "medio ambiente humano" en Estocolmo e incorporó a la ONU y a la FAO (Fondo para la Agricultura y la Alimentación), el programa de desarrollo de la ONU y el Banco Mundial. Por lo tanto, a través de sus sucursales y marcas comerciales, a comienzos de los años setenta Rockefeller ya dictaba la política agraria mundial. El CGIAR financia los estudios de los agrónomos del Tercer Mundo en Estados Unidos, promueve los transgénicos y una agroindustria supeditada a las exportaciones de las multinacionales.
(313) Tras la guerra contra España, la isla de Vieques pasó en 1898 a depender de Estados Unidos, siendo ocupada por la Armada durante más de 60 años (1940-2003), que la convirtió en un campo de tiro para experientar con toda clase de armas: napalm, balas revestidas de uranio y sustancias químicas. Contaminaron e intoxicaron a la población con metales pesados. Se arrojaron más de 25.000 bombas cada año, quedando aún miles de ellas todavía en el suelo y en el lecho marino porque, según estimaciones, entre un 5 y un 15 por ciento no detonaron al caer y se oxidaron liberando tóxicos. En 1952 la isla pasó a formar parte de Puerto Rico y después de una prolongada lucha de sus moradores, Bush evacuó a la Marina de Guerra en 2003. Algunos años antes, en 1997, un periódico interno de la Armada había reconocido el uso de napalm en la isla y dos años después admitió también haber disparado por lo menos 267 granadas con ojivas de uranio en la isla. Las protestas populares llegaron a la prensa e investigadores independientes comprobaron la intoxicación de los habitantes con metales pesados y la alta incidencia de lupus, cáncer, telarquia precoz, dermatitis y enfermedades mentales. Los análisis de los cabellos y heces fecales de niños y ancianos demostraron, en la mitad de los casos estudiados, altas concentraciones de antimonio, mercurio y uranio, entre otros metales pesados. Apareció un caso de teratogenia en un niño de 18 meses que en sus heces fecales presentó una concentración elevada de uranio que sólo pudo entrar en su cuerpo a través de la leche materna o la placenta. El suelo y los alimentos también estaban contaminados. En 2000 el Departamento de Salud reconoció que de 1990 a 1994 la incidencia del cáncer en Vieques fue un 27 por ciento superior al resto de Puerto Rico, alcanzando un nivel de alerta. Ese mismo año 200 afectados reclamaron judicialmente contra de la Marina de Estados Unidos, exigiendo indemnizaciones por cáncer y otras enfermedades crónicas causadas por las bombas químicas y la contaminación ambiental como consecuencia de las maniobras navales en la

isla. Ante la alarmante situación sanitaria de la isla, la población exigió una investigación de la ATSDR (Agencia Federal para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades) que concluyó en 2002 afirmando que Vieques estaba limpio de metales pesados tóxicos. Kevin Green, contralmirante de la Armada dijo que la alta incidencia de cáncer era "una presunción política, no científica". En el 2006 el Departamento de Salud de Puerto Rico comprobó la intoxicación de los viequenses con metales pesados pero calificó su investigación como secreta y se la remitió a la ATSDR. Sin embargo, nuevas evidencias seguidas de las correspondientes presiones populares forzaron a la ATSDR a reabrir una investigación sobre la que ya habían recaído sospechas de manipulación y fraude en otras encuestas que se le habían encomendado, entre ellas la que había emprendido sobre el huracán Katrina. La nueva investigación se reabrió en octubre de 2009 con la intervención de los investigadores independientes que habían denunciado la situación sanitaria de la población, más 25 toxicólogos de diferentes universidades de Estados Unidos, a quienes Howard Frumkim, presidente de la ATSDR, entregó una copia del informe secreto que había recibido tres años antes. El 13 de noviembre de 2009 Frumkim remitió un comunicado al *New York Times* aceptando los "errores" de la investigación anterior y poco después dimitió de su cargo.
(314) Edwin Vázquez, en El Nuevo Día, 13 de abril de 2003. En 1951 el dirigente independentista puertoriqueño Pedro Albizu Campos denunció desde la cárcel de La Princesa de San Juan que estaba siendo sometido a radiaciones y que los estadounidenses utilizaban Puerto Rico como un laboratorio de guerra bacteriológica. Después de recibir un informe confidencial del abogado y psiquiatra forense Jay Katz, la Asociación Americana para la Investigación del Cáncer decidió por unanimidad descartar a Rhoades al premio que concedía desde 1979. Katz comprobó la veracidad de los documentos aportados por el periodista puertorriqueño Pedro Aponte Vázquez, que ha dedicado su vida profesional a investigar el asesinato de Pedro Albizu y los experimentos de Rhoades en Puerto Rico.
(315) Robert Olby: El camino hacia la doble hélice, Alianza Editorial, Madrid, 1991, pg.277.
(315b) John G.Kameny: El hombre visto como una máquina, en Control automático, Revista de Occidente, Madrid, 1957, pg.240. En términos parecidos Wiener utilizaba expresiones como "autómatas metálicos o de carne", "máquinas vivas que llamamos animales" y "esclavos mecánicos" (Cibernética o el control y comunicación en animales y máquinas, Tusquets, Barcelona, 1985, pgs.18 y 52).
(316) Pnina Abir-Am: The discourse of physical power and biological knowledge in the 1930s: a reappraisal of the Rockefeller Foundation's policy in molecular biology, en Social Studies of Science, vol. 12, 1982; Lily E.Kay: The molecular vision of life. Caltech, the Rockefeller Foundation and the new biology, Oxford University Press, 1993.
(317) T.H.Morgan: Evolución y mendelismo. Crítica de la teoría de la evolución, Calpe, Madrid, 1921, pg.84.
(318) Morgan: Embriología y genética, cit., pg.23.
(319) Morgan: Embriología y genética, cit., pgs.21 y stes.
(320) W.S.Klug y otros: Conceptos de genética, cit., pgs.246 y stes.
(321) Jean Pierre Garel: Una patada al dogma de la biología, en Mundo Científico, núm.11, febrero de 1982, pgs.180 y stes.
(322) El ADN mitocondrial no se transmite sólo por vía materna pero no se sabe en qué porcentaje hay transmisión de ADN mitocondrial paterno. Se ha comprobado la transmisión de enfermedades de este origen por parte del padre. Marianne Schwartz y John Vissing (The New England Journal of Medicine, 2002) han referido el caso de un hombre de 28 años con miopatía mitocondrial asociada a una mutación en el ADN mitocondrial paterno y que supone el 90 por ciento del ADN mitocondrial del músculo del paciente (C.W.Birky Jr.: Relaxed and stringent genomes: Why cytoplasmic genes don't obey Mendel's laws, en The Journal of Heredity, vol.85, 1994, pgs.355 y stes.; D.Gilchrist, D.M.Glerum y R.Wevrick: Deconstructing Mendel: new paradigms in genetic mechanisms, en Clinical & Investigative Medicine, vol.23, 2000, pgs.188 y stes.; J. Wagstaff: Genetics beyond Mendel. Understanding nontraditional inheritance patterns, en Postgraduate Medical Journal, vol.108, 2000).

(323) En los seres humanos la heteroplasmia afecta al 10 ó 20 por ciento de la población. Las repercusiones de este fenómeno sobre la medicina forense y la paleobiología, que se fundamentan en al origen matrilineal de las mitocondrias, son muy considerables (Cfr.B. Pakendorf y M.Stoneking: Mitochondrial DNA and human evolution, en Annual Review of Genomics and Human Genetics vol.6, 2005, pgs. 165 y stes.).
(323b) John L.Jinks: Herencia extracromosómica, Uteha, México, 1966, pg.1.
(324) Julian Huxley: La evolución, cit., pg.25.
(325) Jan Sapp: Beyond the gene: Cytoplasmic inheritance and the struggle for authority in genetics, Oxford University Press, Nueva York, 1987, pg.104. Las investigaciones de Sonneborn no sólo concernían a la herencia extracromosómica sino que evidenciaban otro supuesto más de herencia de los caracteres adquiridos. Otras investigaciones posteriores de Sonneborn condujeron a la misma conclusión, especialmente las modificaciones inducidas por la temperatura (T.M.Sonneborn: The metagon: RNA and cytoplasmic inheritance, en The American Naturalist, vol.49, 1965, pgs.279 y stes.; B. McManamy y T.M.Sonneborn: Metagons for Kappa?, en Science, vol. 158, 1967, pg.532; Louise B. Preer y John R. Preer Jr.: Killing activity from lysed kappa particles of Paramecium, en Genetical Research, vol.5, 1964, pgs.230 y stes.; Geoffrey Beale y John R. Preer: Paramecium: genetics and epigenetics, CRC Press, 2008).
(326) Los experimentos que condujeron a la formulación de la hipótesis "un gen, una enzima" fueron llevados a cabo por Beadle y Efrussi en 1937 mediante trasplantes de embriones que alteraban la pigmentación del color de los ojos en *Drosophila melanogaster*. El desarrollo de la mosca se inicia con determinados grupos de células de la larva que forman el "disco imaginal", cada uno de los cuales forma un determinado órgano o tejido del ejemplar adulto. Existe un "disco imaginal" para los ojos, otro para las extremidades, otro para tórax y alas, etc. Beadle y Efrussi trasplantaron el "disco imaginal" del ojo de una larva donadora a una región de la larva receptora que va a dar lugar al abdomen. Cuando la larva receptora del injerto termina su desarrollo, el adulto resultante tiene un ojo extra o supernumerario en el abdomen. Luego, en 1941, Beadle y Tatum estudiaron las rutas metabólicas utilizando mutantes nutricionales en el moho rojo del pan *Neurospora crassa*.
(327) Al mismo tiempo que Yanofsky, la colinealidad entre el ADN y la cadena polipeptídica de la proteína también fue observada por el equipo de S. Brenner estudiando las mutaciones en la proteína de la cabeza del fago T4. Comprobó que una secuencia activa de ADN sintetizaba triptófano mientras que varias mutantes no lo hacían. El orden relativo de las mutaciones en una de las secuencias de ADN se corresponde con el mismo orden relativo de los aminoácidos afectados en la cadena polipeptídica del triptófano sintetasa (Charles Yanofsky: Amino acid replacements and the genetic code, en Quantitative Biology, vol.31, 1966, pgs.151 a 162; The complete amino acid sequence of the tryptophan synthetase a protein (a subunit) and its colinear relationship with the genetic map of the a gene, en Proceedings, vol.57, 1967, pgs.296 a 298; Jeffrey H. Miller: Discovering molecular genetics: A Case Study Course with Problems and Scenarios, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1996, pgs.113 y 114).
(328) Luria: La vida, experimento inacabado, Alianza Editorial, Madrid, 1975, pg.46.
(329) P.Mandel, P.Metais y R.Bieth: Etude comparée des acides nucléiques des globules rouges chez les oiseaux et chez l'homme, en Comptes rendus de la Société de Biologie, 1948, vol. 142, pgs. 1022 y stes. Los pacientes con enfermedades autoinmunes, así como los que padecen cáncer tienen niveles más altos de difusión de ADN en plasma y suero sanguíneo que las personas sanas, lo que permite el diagnóstico de dichas enfermedades. Las mujeres embarazadas tienen ADN del feto en su torrente sanguíneo, un método no invasivo con el que se pueden diagnosticar precozmente tanto el sexo como numerosas patologías. Incluso se ha detectado ADN extracelular en el fondo de los lagos salinos del Mediterráneo. También se ha comprobado que las raíces de los guisantes excretan ADN para combatir los patógenos del suelo, lo cual ha añadido una nueva función -inédita y sorprendente- a la ya conocida de este ácido nucleico (Fushi Wen, G.J. White, H.D. VanEtten, Zhongguo Xiong y M.C. Hawes: Extracellular DNA is required for root tip resistance to fungal infection, en Plant Physiology, vol. 151, agosto de 2009, pgs. 820 y stes.).

(330) Evolución y mendelismo, cit., pgs.81.
(331) Dubinin, Genética general, cit., tomo II, pgs.231 y stes.
(332) M.Abercrombie, C.J.Hickman y M.L.Johnson: Diccionario de biología, Labor, Barcelona, 1970; también Suzuki, Griffiths, Miller y Lewontin: Genética, cit., pg.4; Kendrew califica al ADN como "papel de calco" (Introducción a la biología molecular, cit., pg.63).
(333) Evolución y mendelismo, cit., pgs.128; Scott F. Gilbert: Biología del desarrollo, Ed. Médica Panamericana, Madrid, 2005, pgs.87 y stes.
(334) Rémy Chauvin ha destacado esta separación entre genética y embriología: Darwinismo. El fin de un mito, Espasa-Calpe, Madrid, 2000, pgs.213 y stes.
(335) Morgan: Embriología y genética, cit., pg.18.
(336) Marcel Prenant: Darwin y el darvinismo, Grijalbo, México, 1969, pg.110.
(337) Morgan: Embriología y genética, cit., pg.16.
(338) Morgan, Evolución y mendelismo, cit., pg.50.
(339) Evolución y mendelismo, cit., pgs.51-52 .
(340) La base científica de la evolución, cit., pg.136.
(341) Evolución y mendelismo, cit., pgs.76 y 77.
(342) D'Alembert: Discurso Preliminar de la Enciclopedia, Aguilar, Buenos Aires, 5ªEd., 1974, pg.163.
(343) Vid.Javier Mazana Casanova: Microbiología e inmunología. Una historia compartida, Universidad de Zaragoza, 1990, pg.28.
(344) La base científica de la evolución, cit., pgs.13-15 y 17.
(345) Evolución y mendelismo, cit., pgs.1, 78 y 79.
(346) La base científica de la evolución, cit., pgs.190-206.
(347) La base científica de la evolución, cit., pgs.270-271; y Embriología y genética, cit., pgs.19-20.
(348) La evolución conjunta, cit., pg.20.
(349) De Aristóteles a zoológicos, cit., pg.184.
(350) Les conceptions modernes de l'hérédité, Flammarion, Paris, 1935, pgs.10, 257 y 263.
(351) John Hutchinson: On the influence of hereditary syphilis on the teeth, en Transactions of the Odontology Society, 1861; pgs. 95 y stes.; J.A. Fournier: La syphilis héréditaire tardive, Masson, Paris, 1886; y J.A. Fournier: L'hérédité syphilitique, Paris, 1892.
(352) T.J.Kindt, R.A.Goldsby y B.A.Osborne: Inmunología de Kuby, McGarw-Hill, México, 6ª Ed., 2007, pgs.506-507.
(353) J.G.Baer: El parasitismo animal, Guadarrama, Madrid, 1971, pgs.74-75.
(354) H.E.Hoekstra y otros: A single amino acid mutation contributes to adaptive beach mouse color pattern, en Science, vol. 313, 2006, pgs.101 a 104.
(355) El origen del hombre, cit., tomo II, pg.357.
(356) El eclipse del darwinismo, cit., pg.105.
(357) Arthur Koestler: El abrazo del sapo, Ayma, Barcelona, 1973.
(358) Alexander Vargas: Did Paul Kammerer discover epigenetic inheritance? A modern look at the controversial midwife toad experiments, en Journal of Experimental Zoology, Molecular and Developmental Evolution, Wiley-Blackwell, agosto de 2009 (Cfr. The case of the midwife toad: Fraud or epigenetics?, en Science, 4 de septiembre de 2009.
(359) W.MacDougall: An experiment for the testing of the hypothesis of Lamarck, en British Journal of Psychology, vol.XVII, 1927. Hay sucesivos informes en los ejemplares correspondientes a los años 1930, 1933 y 1938. Es posible leer un resumen conciso en Mario Canella: Orientaciones de la biología. ¿Organicismo o micromerismo?, ¿Lamarckismo o mutacionismo?, Espasa Calpe, Madrid, 1940, pgs.191 y stes. A partir de 1935 Agar y Drummond refutaron los experimentos de MacDougall: First report on a test of McDougall's Lamarckian experiment on the training of rats, en Journal of Experimental Biology, vol. 12, 1935, pgs.191 y stes. Otros artículos se publicaron en el mismo medio en 1942, 1948 y 1954.
(360) Ch.R.Stockard: Experimental modification of the germ plam and its bearing on the inheritance of adquired characters, en Proceedings Am. Philos.Soc., vol.LXII, 1923; y The structure

of the vertebrate eye as an index of developmental deficiencies: with de bearing on recent inheritance studies, en American Naturalist, vol.LVIII, 1924.
(361) Ética, Editora Nacional, Madrid, 1975, pgs.96, 188 y 265.
(362) La genética soviética, cit., pgs.90-91. En idéntico sentido Horowitz afirmó que los “lisenkoístas” atacaban al mendelismo porque se basaba en la estadística, a la cual deseaban eliminar de la biología (Biología y cultura. Introducción a la antropología biológica y social, Selecciones de ‘Scientific American’, Blume, Madrid, 1975, pgs.58-59).
(363) Marx: Diferencia de la filosofía de la naturaleza en Demócrito y Epicuro, Ayuso, Madrid, 1971. La mayor parte de los conceptos empleados por Marx en El Capital, por no decir todos ellos (tiempo de trabajo socialmente necesario, cuota general de ganancia, etc.), son de naturaleza estocástica, lo que le conduce a proponer un criterio de alcance muy general: “En toda la producción capitalista ocurre lo mismo: la ley general sólo se impone como una tendencia predominante de un modo muy complicado y aproximativo, como una media jamás susceptible de ser fijada entre perpetuas fluctuaciones” (El Capital. Crítica de la economía política, Fondo de Cultura Económica, México, 1973, tomo III, pg.167).
(364) B.V.Gnedenko y A.N.Kolmogorov: Limit distributions for sums of independent random variables, Addison-Wesley, Cambridge, Massachusetts, 1954; A.N.Kolmogorov: Foundations of the theory of probability, Chelsea, Nueva York, 1956. Existe en castellano una traducción indirecta del ruso de la obra de divulgación sobre el tema escrita por Gnedenko y Jinchin (Khintchine en la grafía francófona de la que proviene): Introducción a la teoría de las probabilidades, Montaner y Simón, Barcelona, 1968. En esta obra no es destacable sólo el esfuerzo soviético por divulgar a un público muy extenso el cálculo de probabilidades sino que, además, se trata de una obra escrita durante la guerra mundial. Antes de 1917 Rusia ya estaba a la cabeza mundial en investigación sobre la teoría de las probabilidades (Chebichev, Lyapunov, Markov) y después de la revolución lo siguió estando, definiendo los procesos aleatorios estacionarios (Jinchin) y creando el concepto de ε-entropía (Kolmogorov). A mayor abundancia, Kolmogorov desarrolló en 1937 un modelo matemático de genética de poblaciones basado en los postulados mendelistas, similar al de Fischer (Cfr. Faustino Sánchez Garduño: Clásicos de la biología matemática, Siglo XXI, México, 2002, pgs.123 y stes.).
(365) El origen de las especies, cit., pg.159; idéntica tesis en El origen del hombre, cit., pg.55.
(366) El origen del hombre, cit., pg.199.
(367) Histoire naturelle, cit., tomo I, pg.311.
(368) Jean Rostand: L’homme, Gallimard, Paris, 1962, pg.125.
(369) J.L.Arsuaga e I.Martínez: La especie elegida. La larga marcha de la evolución humana, Temas de Hoy, Madrid, 1998.
(370) F.M.Goñi y J.M.Maculla: Introducción a la biología molecular, en Genética Humana. Fundamentos para el estudio de los efectos sociales de las investigaciones sobre el genoma humano, Universidad de Deusto, Bilbao, 1995, pg.7; en el mismo sentido: Christian de Duve: La célula viva, Labor, Barcelona, 1988, pgs.350 y stes.
(371) Orgel: Los orígenes de la vida, cit., pg.67.
(372) Morin: El devenir del devenir, en J.L.Solana Ruiz (coord.): Con Edgar Morin, por un pensamiento complejo, Akal, Madrid, 2005, pgs.58 y stes.
(373) El caso de Monod es una excepción porque su pretensión es la de elaborar una nueva “filosofía natural” sobre los postulados del mendelismo. Otro francés que he citado, Salet, es el ejemplo opuesto. Salet quiere impugnar la teoría de la evolución; para ello identifica ésta con el mendelismo y, por consiguiente, con el azar. Al aplicar el cálculo de probabilidades Salet concluye no que el mendelismo es absurdo sino que la evolución es un fenómeno imposible. Como siempre, no hay otra teoría de la evolución que la teoría sintética.
(374) La mathématisation du réel. Essai sur la modélisation mathématique, Seuil, Paris, 1996, pg.241.
(375) G.Hertz: Engels y la dialéctica de la necesidad y la casualidad, en Engels y la ciencia marxista, cit., pg.99.
(376) Academia de Ciencias de la URSS y Academia de Ciencias de Cuba: La dialéctica y los

métodos científicos generales de investigación, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 1985, tomo I, pg.280.
(377) Hegel: Lógica, cit., tomo II, pg.62.
(378) Essai philosophique sur les probabilités, Christian Bourgois éditeur, Paris, 1986, pgs.32-33 y 77 a 79.
(379) "En el ámbito de la imagen ondulatoria no hay ninguna indeterminación, ninguna casualidad, sino sólo plena determinación en el sentido estricto clásico. Lo que pasa es que esa determinación se afirma de conceptos y medidas que no pueden observarse directamente, sino que están definidos y caracterizados por todos los parámetros, operadores y magnitudes propios de la forma matemática en que están representados" (Robert Havemann: Dialéctica sin dogma, Ariel, Barcelona, 1971, pgs.123-124).
(380) Ph.Cazèlle: El azar, la ciencia y la ideología, en Dialéctica marxista y ciencias de la naturaleza, Ediciones Roca, México, 1977, pg.86.
(381) Guillermo de Ockham: Exposición de los ocho libros sobre la física (Prólogo), en Los sucesivos, Orbis, Barcelona, 1985, pg.59.
(382) Academia de Ciencias de la URSS y Academia de Ciencias de Cuba: La dialéctica y los métodos científicos, cit., tomo I, pg.278.
(383) "Un suceso sigue a otro sin que seamos capaces de comprender la fuerza o poder en virtud del acual la causa opera o hay alguna conexión entre ella y su supuesto efecto [...] Todos los acontecimientos aparecen sueltos y separados. Un acontecimiento sigue a otro, pero nunca hemos podido observar un vínculo entre ellos. Parecen conjuntados, pero no conectados" (Hume: Investigación sobre el conocimiento humano, Madrid, 2003, pg.85). En los empiristas actuales la estadística es un método exclusivamente inductivo un recorrido de lo particular a lo general. Aparentemente, de ese método quedan excluídas, como es habitual, las hipótesis previas. Pero el cálculo de probabilidades es un método a la vez inductivo y deductivo y, además, por el propio carácter deductivo, hace un uso de las hipótesis que es esencial al propio cálculo y que está en el nombre mismo de algunos de los conceptos matemáticos utilizados, como el de "esperanza", que no es más que la expectativa de un determinado resultado.
(384) Jean Louis Boursin: Las estructuras del azar, Martínez Roca, Barcelona, 1968, pgs.127-128.
(385) Serafín T.Meliujin: Dialéctica del desarrollo en la naturaleza inorgánica, Grijalbo, México, 1963, pg.272.
(386) Hegel, Lógica, cit., tomo II, pgs.57, 62 y 63.
(387) En Lamarck existe una cierta forma de actualismo que se puede calificar de metodológico exclusivamente que, desde luego, es diferente del de Lyell y los biólogos de la primera mitad del siglo XIX: Charles Lyell: Principles of geology, Chicago University Press, 1990; Charles Lyell: Elementos de geología, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 2003; Carmina Virgili i Rodon: Lyell: El fin de los mitos geológicos, Nivola, Madrid, 2003, pgs.223 y stes.; Gabriel Gohan: Histoire de la géologie, La Découverte, Paris, 1987, pgs.149 y stes.
(388) Histoire naturelle, cit., tomo I, pgs.160-161, 216 y 304.
(389) Prefacio a la obra de Laplace Essai philosophique sur les probabilités, cit., pg.23.
(390) Le hasard et la nécessité, cit., pg.148.
(391) Cfr.F.C.Hoppensteadt: Mathematical methods of population biology, Cambridge University Press, Melbourne, 1982.
(392) John Maynard Smith: Evolution and de théory of games, Cambridge University Press, 1982. La teoría de juegos, como la cibernética, tiene un origen militar en la posguerra mundial; es una teoría belicista disfrazada de matemática avanzada. Una de sus primeras aplicaciones prácticas la tuvo en la crisis de los misiles en Cuba. John Maynard Smith confesó que conforme se fue alejando del marxismo, se volvió más reduccionista en la ciencia; obviamente no se trata sólo de reduccionismo (John Maynard Smith: La construcción de la vida. Genes, embriones y evolución, Crítica, Barcelona, 2000, pg.63). El vínculo entre la retroalimentación cibernética y la artillería antiaérea fue reconocido por el propio Wiener, que es muy claro en este punto (Cibernética, cit., pgs.27 y 155).

(393) R.MacArthur y E.O.Wilson: The theorie of island biogeography, Princenton University Press, Nueva York, 1967.
(394) Principes de biologie mathématique, en Acta Biotheoretica, 1937, vol.III.
(395) Jean Paul Deléage: Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature, La Découverte, Paris, 1991, pg.165.
(396) David Ho y otros: Rapid turnover of plasma virions and CD4 lymphocytes in HIV-1 infection, en Nature, vol.373, 1995, pgs.123 y stes. Se trataba de vender más pastillas para consumo de los diagnosticados como seropositivos al VIH. Para vencer al SIDA, dijo Ho, no bastaba una sola pastilla sino un cóctel de varias de ellas, que había que empezar a consumir desde el momento mismo del diagnóstico (*hit early, hit hard*). En un alarde publicitario sin precedentes, Ho fue catapultado a un pedestal que ningún otro investigador había alcanzado jamás. El relaciones públicas de dicha campaña fue David Corkery, de la empresa de imagen y comunicación Fenton.
(397) Cfr. Carlos Sentís: Retrovirus endógenos humanos: significado biológico e implicaciones evolutivas, Arbor, vol.677, 2002.
(397b) Academia de Ciencias de la URSS y Academia de Ciencias de Cuba: La dialéctica y los métodos científicos, cit., tomo I, pg.279. logy

(398) Brian M. Peters y otros: Microbial interactions and differential protein expression in Staphylococcus aureus Candida albicans dual-species biofilms, en FEMS Immunology & Medical Microbiology, vol.59, 2010, pgs.493 y stes.
(398b) Glynn Isaac: Como compartían su alimento los homínidos protohumanos, en Investigación y Ciencia, vol.21, 1978, pgs.52 y stes. Luego Lewis R. Binford sostuvo también la hipótesis del homínido carroñero y Blumenschine es actualmente el más riguroso defensor de esta hipótesis revolucionaria (cfr.Robert J. Blumenschine y John A. Cavallo: Carroñeo y evolución humana, en Investigación y Ciencia, núm. 195, 1992, pgs.70 y stes.).
(399) D.S.Gajdusek: Unconventional viruses and the origin and disappeareance of kuru, en Science, vol.197, 1977, pgs.943 y stes. Gajdusek decía que el *kuri* era "la primera enfermedad humana crónica y degenerativa causada por la infección de un lentivirus".
(399b) Peter H. Duesberg y Brian J.Ellison: Inventing the AIDS virus, Regnery, Massachusetts, 1996, pgs.76 y stes.
(399c) A.Rosas y otros: Paleobiology and comparative morphology of a late neandertal sample from El Sidrón, Asturias, Spain, en Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2006, vol. 103, pgs. 19266 y stes.; Erik Trinkaus: European early modern humans and the fate of the Neandertals, en Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2007, vol. 104, pgs.7367 y stes.
(399d) Margaleff: Ecología, Planeta, Barcelona, 1992, pgs.120 y stes.
(400) Erikson: La extinción de las especies, cit., pgs.186-188.
(401) Eugene P.Odum: Ecología. Bases para un nuevo paradigma, Vedra, Barcelona, 1992, pgs.152 y stes.
(402) Prácticas sexuales y orden social, en Mundo Científico, vol.237, 2002, pgs.64 y stes.
(403) Primer ensayo sobre la población, cit., pg.99.
(404) En el capitalismo el excedente poblacional es relativo a la acumulación de capital, que cambia su composición orgánica, disminuyendo la parte correspondiente al capital variable (y, por tanto, los salarios), al tiempo que la población se proletariza y se crea un ejército industrial de reserva. La demanda de trabajo no depende del capital sino sólo de su parte variable y disminuye proporcionalmente de manera acelerada a medida que crece el capital total. La población obrera crece más rápidamente que el capital variable pero no de una manera constante. Esto genera un excedente de fuerza de trabajo inactiva. La mayor atracción de obreros por el capital va ligada a una repulsión también mayor. Esta superpoblación se convierte, a su vez, en palanca de la acumulación del capital o, mejor dicho, en una de las condiciones de subsistencia del propio capitalismo. Tiene que haber grandes masas de fuerza de trabajo disponible, en reserva, a las que recurrir en momentos determinados. Según Marx, "a la producción capitalista no le basta, ni mucho menos, la cantidad de fuerza de trabajo disponible que le suministra el crecimiento natural de la población. Necesita, para

poder desenvolverse desembarazadamente, un ejército industrial de reserva, libre de esta barrera natural". Las oscilaciones en el volumen de esta fuerza excedente de trabajo son las que regulan los niveles salariales (El Capital, cit., tomo I, pgs.521 y stes.).
(405) Rémy Chauvin: Las sociedades animales. Abejas, termitas, hormigas, peces, aves y mamíferos, Editorial Zeus, Barcelona, 1972, pgs.164 y stes.
(406) Margaleff: Historia abreviada de la ecología, en Felip Cid (dir.): Historia de la ciencia, Planeta, Barcelona, 1982, pg.304.
(407) Anti-Dühring, cit., pg.57; carta a Piotr Lavrov de 12-17 de noviembre de 1875, en Cartas, cit., pg.87.
(408) Mayr: Histoire de la biologie, cit., pgs.518-519.
(409) Les méthodes statistiques adaptées a la recherche scientifique, Presses Universitaires de France, Paris, 1947.
(410) Jordi Agustí: Fósiles, genes y teorías. Diccionario heterodoxo de la evolución, Tusquets, Barcelona, 2003, pgs.110-111.
(411) La genética soviética, cit., pg.100.
(412) Sinnott, Dunn y Dobzhansky: Principios de genética, cit., pgs.130 y stes.
(413) D.S.Falconer: Introducción a la genética cuantitativa, Ed.Continente, México, 1970, pgs.14 y stes.
(414) Mayr: Histoire de la biologie, cit., pg.511.
(415) Gilbert: Biología del desarrollo, cit., pgs.56 y 606.
(416) Carlson: Embriología básica, cit., pg.78.
(417) Algunos países industrializados han detectado que comienza a invertirse la proporción de nacimientos entre hombres y mujeres, puesto que comienzan a nacer más niñas que niños. La razón de este cambio de tendencia se atribuye a la exposición a factores ambientales tóxicos, la alimentación, el estrés y el tabaco.
(418) N.P.Dubinin: Genética general, Mir, Moscú, 1981, tomo II, pg.180.
(419) José Muñoz del Castillo: Radiactividad y radiobiología, Madrid, 1919, pg.360.
(420) Strickberger: Genética, cit., pg.450; Klug y otros: Conceptos de genética, cit., pgs.217 y stes.
(421) Balinsky: Introducción a la embriología, cit., pgs.640-647.
(422) Suzuki, Griffiths, Miller y Lewontin: Genética, cit., pg.8.
(423) Entre 1962 y 1971 el ejército estadounidense lanzó casi 76 millones de litros de agente naranja y otros tóxicos en el sur de Vietnam y en áreas fronterizas de Camboya y Laos que afectaron a casi cuatro millones de vietnamitas y a 2,8 millones de militares desplegados en la zona, tanto estadounidenses como de otros países cómplices como Nueva Zelanda, Corea del sur, Australia y Canadá. Durante 25 años investigadores estadounidenses han estudiado el impacto del agente naranja y el Instituto de Medicina de Estados Unidos lo relacionó con el cáncer, la diabetes y las enfermedades nerviosas y cardíacas. Los contaminantes utilizados superaron hasta 50 veces la concentración recomendada por los fabricantes para matar plantas. Por tratarse de contaminantes orgánicos persistentes, las dioxinas se degradan muy lentamente en el ambiente y tienen efectos durante generaciones. Alrededor de 150.000 niños y niñas nacieron con serios defectos físicos, como espina bífida. También destruyeron dos millones de hectáreas de selva y otras 200.000 de tierra cultivable. En 2000 Estados Unidos reconoció los hechos en el Informe Stellman y siete años después el Congreso decidió destinar nueve millones de dólares para la reparación ambiental de sitios contaminados con dioxinas, de los cuales sólo se aplicaron poco más de cuatro millones de dólares. Después de cinco años de litigios, en 2009 el Tribunal Supremo de Estados Unidos inadmitió el recurso de los vietnamitas para responsabilizar a Dow Chemical y Monsanto, principales fabricantes de los tóxicos, por los defectos de nacimiento en niños y niñas. Por el contrario, sólo en 2009, el gobierno de Estados Unidos pagó 2.000 millones de dólares a sus veteranos de guerra por enfermedades causadas por las dioxinas. En junio de 2010 una comisión conjunta estadounidense-vietnamita aprobó un plan de 300 millones de dólares durante 10 años para resolver el legado sanitario y ambiental del agente naranja y limpiar los sitios donde la contaminación es más severa y atender sanitariamente a las personas afectadas por la guerra

química.
(424) Como consecuencia de la guerra fría, en los años cincuenta la OMS fue obligada a firmar un acuerdo con la AIEA (Agencia Internacional de la Energía Atómica) que le prohibe actuar por su cuenta en materia de contaminación radiactiva, lo que incluye emprender investigaciones y emitir declaraciones sin el acuerdo previo de la AIEA. De ahí que en este punto mantenga siempre un silencio que le conduce a la complicidad. Tampoco es explicable que en su sede esta organización internacional tenga un monumento a la memoria de Ryoichi Sasakawa, el dirigente del Kokubosha (Sociedad de Defensa Nacional, un partido fascista) que creó un ejército privado para explotar Manchuria y Mongolia cuando en 1931 Japón invadió China, cometiendo miles de crímenes de guerra espantosos.
(425) "Faluya está a un paso de una enorme epidemia y las principales víctimas son los más débiles y vulnerables de todos" (BBC, 4 de marzo de 2010). En 2004 el ejército estadounidense de ocupación aplastó una sublevación popular en la ciudad lanzando bombas radiactivas contra la población. Desde entonces los médicos recomiendan a las mujeres que no tengan hijos. Según la BBC una investigación de la OMS costaría millones de dólares que deben financiar aquellos países que han usado las armas que causan las deformidades en los recién nacidos.
(426) "La búsqueda de las causas finales es estéril, y como una virgen dedicada a Dios no produce nada" (Bacon: *De augmentis scientiarium*, 1604, §3.40, El progreso del saber, Alianza Editorial, Madrid, 1988).
(427) "Las almas actúan según las leyes de las causas finales, por apeticiones, fines y medios. Los cuerpos actúan según las leyes de las causas eficientes o de los movimientos" (Leibniz: Monadología, §79).
(428) La ciencia y la hipótesis, Espasa-Calpe, Madrid, 3ªEd., 1963, pg.123.
(429) Hegel: Lógica, Folio, Barcelona, 2002, tomo II, pgs.149 y stes.
(430) Éléments de philosophie biologique, cit., pg.29.
(431) Bertalanffy: Teoría general de sistemas, cit., pg.169.
(432) Histoire naturelle, cit., tomo I, pgs.323-324; cfr. Gould: La estructura de la teoría de la evolución, cit., pg.198-199.
(433) El origen de las especies, cit., pg.150.
(434) El origen de las especies, cit., pg.173.
(435) El origen de las especies, cit., pg.182.
(436) El origen de las especies, cit., pg.208.
(437) Erwin Schrödinger: Mente y materia, Tusquets, Barcelona, 5ªEd., Barcelona, 1999, pg.32.
(438) Poincaré: La ciencia y la hipótesis, cit., pg.124.
(439) Henri Atlan: Entre el cristal y el humo. Ensayo sobre la organización de lo vivo, Debate, Madrid, 1990, pg.30.
(440) Georg Wolschin: El movimiento browniano según Einstein, en Investigación y Ciencia, 2005, núm.351, pg.54.
(442) Cfr.F.Anguita Virella: "La teoría de Alfred Wegener y la nueva geología", epílogo a la obra de Alfred Wegener: El origen de los continentes y océanos, Pirámide, Madrid, 1983, pg.152.
(443) Jacques Tonnelat: Thermodinamique et biologie. Entropie, désordre et complexité, Doin, París, 1978, pgs.192 y stes.
(444) J.Aguilar Peris: Curso de termodinámica, Alhambra, Madrid, 1981, pg.183.
(445) No obstante, si la temperatura alcanzara el cero absoluto (0ºK), el dispositivo térmico se estabilizaría, un estado en el que la entropía también sería cero, según el teorema de Nernst o tercera ley de la termodinámica. A partir de ese punto se puede medir la entropía en valores absolutos.
(446) Serafin Meliujin: El problema de lo finito y lo infinito, Grijalbo, México, 1960, pg.260.
(447) Bruno: El infinito universo, cit.; Paolo Zellini: Breve historia del infinto, Siruela, Madrid, 2004.
(448) El cálculo de probabilidades que sustenta la mecánica estadística está construido sobre la combinatoria, es decir, sobre conjuntos finitos porque si el número de casos posibles es infinito, es

lo mismo decir que la probabilidad es cero o es uno: todos los sucesos son imposibles y, a la vez, seguros (Pierre Raymond: La historia y las ciencias, Anagrama, Barcelona, 1976, pgs.104 y stes.). No obstante, es posible definir una variable aleatoria en un conjunto infinito siempre que sea, al menos numerable, es decir, que constituya una σ–álgebra. Tampoco es ése el caso. El error siempre radica en partir de una concepción uniforme del universo en el que las mismas leyes físicas imperan en todos los puntos del espacio y el tiempo, es decir, en la universalidad de las leyes físicas. El físico australiano John Webb ha aportado los primeros indicios de que la constante α de estructura fina del universo no es tal constante (J.D.Barrow y J.K.Webb: Variación de las constantes, en Investigación y Ciencia, núm.347, agosto de 2005, pgs. 15 y stes.; J.K. Webb y otros: Evidence for spatial variation of the fine structure constant, en Physical Review Letters, http://arxiv.org/abs/1008.3907v1). Si Webb está en lo cierto, a la física le espera una nueva revolución en este siglo XXI.
(449) Meliujin: El problema de lo finito, cit., pgs. 261-262.
(450) Teoría de la información, del lenguaje y de la cibernética, Alianza Editorial, Madrid, 1972, pgs.92 y stes.
(451) Dialéctica de la naturaleza, cit., pg.170.
(452) Suzuki, Griffiths, Miller y Lewontin: Genética, cit., pg.5.
(453) Dialéctica de la naturaleza, cit., pgs.184-185.
(454) Manuscritos filosófico-económicos, cit., pgs.111-112.
(455) Inmunidad y automultiplicación proteica, Revista de Occidente, Madrid, 1954, pgs.96-97.
(456) Waddington: Biología hoy, cit., pg.53.
(457) La naturaleza de la vida, cit., pgs.105,136,146 y 151.
(458) Biología y conocimiento, Siglo XXI, Madrid, 1980, pg.112; Psicología, lógica y comunicación, Nueva Visión, Buenos Aires, 1970, pgs.95 y stes.
(459) Dialéctica de la naturaleza, cit., pg.240.
(460) Wolfgang Laskowski y Wolfgang Pholit: Biofísica. Una introducción para biólogos, médicos y físicos, Omega, Barcelona, 1976, pgs.82 y stes.
(461) La biosfera, Fundación Argentaria, Madrid, 1997, pgs.74 y stes. y 96.
(462) Cibernética, cit., pg.61.
(463) Engels: artículo necrológico sobre Carl Schorlemmer, en Vorwärts, núm.153, 3 de julio de 1892; también en Cartas, cit., pg.123.
(464) Nicolás de Cusa: La docta ignorancia, Orbis, Barcelona, 1984.
(465) Ilya Prigogine: Introducción a la dinámica de los procesos irreversibles, Madrid, 1974, pg.14.
(466) Engels, Dialéctica de la naturaleza, cit., pg.34.
(467) Cfr. Daniel P.Todes: Darwin without Malthus: The struggle for existence in russian evolutionary thought, Oxford University Press, 1989.
(468) Cartas, cit., pg.88 y Dialéctica de la naturaleza, cit., pg.244.
(469) El apoyo mutuo. Un factor de la evolución, Zero, Madrid, 1970, pg.24.
(470) Marcel Prenant: Biologie et marxisme, éditions Sociales Internationales, Paris, 1936, pgs.99 y 106.
(471) Oparin: El origen de la vida, cit., pg.190.
(472) La base científica de la evolución, cit., pgs.120-121.
(473) Watson y Berry: ADN. El secreto de la vida, cit., pg.391.
(474) Use of mentors in training hybrid seedlings and instances of pronunced changes occasioned in fruit varieties by various outside factors, en Selected works, cit., pg.113.
(475) Principles and methods, en Selected works, cit., pg.190.
(476) Una ampliación de la obra de Oparin, publicada en ruso en 1936, se publicó en inglés dos años después, pero no tuvo ninguna repercusión. El libro original de Oparin no se publicó en inglés hasta que Bernal lo incorporó en un apéndice, junto con el de Haldane, a su obra *The physical basis of life*. Antes, en 1959, Bernal había escrito *The origin of the life in the Earth* (Pergamon Press, Nueva York).
(478) Carta a Piotr Lavrov de 12-17 de noviembre de 1875 y Anti-Dühring, cit., pg.58.

(479) V.Stoletov: ¿Mendel o Lysenko? Dos caminos en biología, Lautaro, Buenos Aires, 1951.
(480) Oparin, apuntes para una biografía intelectual, cit., pg.25.
(481) Jordi Agustí, cit., pg.167.
(482) Scientist in Russia, Penguin Books, Nueva York, 1947, pg.99.
(483) Evelyn Fox Keller: El siglo del gen. Cien años de pensamiento genético, Península, Barcelona, 2002, pg.127.
(484) Jaures Medvedev: La ciencia soviética, Fondo de Cultura Económica, México, 1980, pgs.24 y 30.
(485) Julian Huxley: Vivimos una revolución, Editorial Sudamericana, Buenos Aires, 1959, pg.20.
(486) Angus Maddison: Crecimiento económico en el Japón y la URSS, Fondo de Cultura Económica, México, 1971, pg.126.
(487) Graham: Ciencia y filosofía, cit., pg.249.
(487b) A.Bogdanov: La scienza, l'arte e la classe operaia, Mazzotta, Milan, 1978.
(488) Pablo Huerga Melcón: La ciencia en la encrucijada, Pentalfa, Oviedo, 1999, pg.383.
(489) Jose María Valpuesta: A la búsqueda del secreto de la vida. Una breve historia de la biología molecular, CSIC, Madrid, 2008, pgs.119-120.
(490) La ciencia soviética, cit., pg.201.
(491) Gennadi Fish: A People's Academy, Foreign Languages Publishing House, Moscú, 1949.
(492) La ciencia en nuestro tiempo, Nueva Imagen, UNAM, México, 3ordf;Ed., 1979, pg.380.
(493) Stephen Jay Gould: Dientes de gallina y dedos de caballo. Más reflexiones acerca de la historia natural, Hermann Blume, Madrid, 1985, pgs.215 y stes. En 1912 se anunció el hallazgo en Piltdown, una localidad del centro de Inglaterra, del eslabón perdido entre el hombre y el mono en una reunión de la Sociedad Geológica de Londres. Los fósiles eran una mezcla de nueve restos craneales de un homínido moderno con la mandíbula de un orangután. Además del jesuita francés, el otro artífice del fraude fue Charles Dawson, abogado especialista en antigüedades y amigo de Teilhard de Chardin, que entonces vivía en Inglaterra. En aquellos años, los hallazgos fósiles de homínidos se reducían a algunos pocos restos mucho más próximos al hombre moderno que el cráneo hallado en Piltdown. Dawson pretendía mostrar que Inglaterra era la cuna de la humanidad. Se publicaron más de 500 artículos científicos sobre el falso descubrimiento y las excavaciones de Piltdown fueron declaradas monumento nacional en 1950, pero tres años después el engaño quedó al descubierto. Fue un intento deliberado preparado minuciosamente para que pudiese resistir el análisis científico que sólo un experto podía llevar a cabo. Incluso se presentó una proposición en la Cámara de los Comunes para que retirara su confianza en la solvencia científica del Museo Británico.
(494) La mayor parte de las investigaciones y los artículos científicos que las documentan no proceden de sus autores aparentes sino de secundarios que trabajan para los jefes de los laboratorios en unas condiciones serviles. Los firmantes principales se apropian de algo que no les corresponde, aparentando una dedicación inexistente e inflando su currículo profesional con investigaciones en las que no han participado y artículos que no han leído siquiera. A principios de los años ochenta el cardiólogo John Darsee publicó casi cien artículos en un periodo de dos años. Algunos científicos de su laboratorio comenzaron a sospechar y descubrieron que Darsee había falsificado la mayor parte de los datos. Pero tanto su jefe como la Universidad de Harvard en la que trabajaba prefirieron ocultar la corruptela al organismo que financiaba las investigaciones. En 1986 la revista *Cell* publicó un artículo firmado -entre otros- por Thereza Imanishi-Kari, una investigadora del MIT (Instituto Tecnológico de Massachussets), y por David Baltimore, premio Nobel de Medicina en 1975. Una becaria del laboratorio, Margot O'Toole, descubrió el fraude y lo denunció. Tras varios años de investigación, en los que intervino incluso la CIA, se demostró que, efectivamente, había habido fraude del que exculparon a Baltimore porque se había limitado a firmar el artículo junto con la verdadera autora. Ésta continuó enseñando en la Universidad Tufts, mientras la becaria fue despedida y durante muchos años ningún otro laboratorio la admitió; tuvo que vender su casa y trabajar de telefonista en una compañía de mudanzas propiedad de su hermano ("Bióloga paga caro haber cuestionado un estudio", New York Times, 22 de marzo de 2007). Además de rector de la

Universidad Rockefeller de Nueva York, cargo del que tuvo que dimitir en 1991, Baltimore también es editor de la revista *Science* y firmó más de cien artículos entre 1986 y 1990, pero su tarea se limitó a eso, a firmar; no intervino personalmente en la redacción de la mayor parte de ellos y otros ni los leyó siquiera (Daniel J.Kevles: The Baltimore case. A trial of politics, science, and character, W.W. Norton & Co., Nueva York, 1998). Es un fraude institucionalizado y normalizado para el que el gobierno de Estados Unidos tuvo crear en 1992 un departamento especial, la *Office of Research Integrity*, que ha imputado por fraude a 1.500 científicos, la mayor parte de los cuales tienen relación con la biología o la medicina. Jerome Jacobsen testificó ante el Congreso de Estados Unidos que un 25 por ciento de los informes científicos (en medicina) podrían estar basados, al menos en parte, en datos que han sido manipulados intencionadamente.
(495) Mayr: Histoire de la biologie, cit., pg.485.
(496) Watson y Berry: ADN. El secreto de la vida, cit., pg.393.
(497) De Aristóteles a zoológicos, cit., pgs.187 y 188. Para otros, Lysenko no era un "genio maléfico" pero estaba poseído por él: era un "poseso". Como las brujas medievales, creía en sus propios milagros y tenía la capacidad de seducir a los demás (Joel y Dan Kotek: L'affaire Lyssenko, Complexe, Bruselas, 1986, pg.99).
(498) Valerii N. Soyfer: Lysenko and the tragedy of soviet science, Rutgers University Press, 1994; Tragic history of the VII International Congress of Genetics, en Genetics, vol. 165, 2003, pgs.1 y stes.
(498b) El material le fue ocupado en sendos registros practicados en la vivienda y el laboratorio que tenía en Vladivostok. Soyfer, que no fue detenido, se justificó diciendo que investigaba los efectos de las radiaciones emitidas por la Marina rusa sobre el Océano Pacífico. Los tribunales rusos aceptaron su explicación y le absolvieron. Cfr. Bruce Albert: Scientific openness and national security, en Science, vol.285, 1999, pg.45; Carl Levitin: Russian environmental researcher falls foul of security services, en Nature, vol.400, 22 de julio de 1999, pg.300; Richard Stone: Duo dodges bullets in russian roulette, en Science, vol. 287, 2000, pgs. 1729 y stes.
(498c) En el siglo pasado el caso más conocido de astrónomo sin titulación académica que realizó aportaciones espectaculares fue el de Milton Humason (1891–1972) quien entre 1925 y 1964 llegó a publicar unos 120 artículos científicos. Además, descubrió el cometa que lleva su nombre y, junto a Edwin Hubble, enunció la ley que lleva el nombre de este último, según la cual las galaxias se alejan más deprisa cuanto más lejos se encuentran. En 2003 un neozelandés de 27 años, Peter Lynds, que también carecía de titulación, publicó un artículo en la revista *Foundations of Physics Letters* anunciando una nueva teoría sobre el tiempo que impactó a los físicos, cambiando la concepción establecida sobre la naturaleza del tiempo y su relación con el movimiento.
(499) Watson y Barry: ADN. El secreto de la vida, cit., pg.388.
(500) L.C.Dunn y T.Dobzhansky: Herencia, raza y sociedad, Fondo de Cultura Económica, México, 1981, pgs.144 y 152-153; T.Dobzhansky: Genética y el origen de las especies, Revista de Occidente, Madrid, 1955, pgs. 182 y stes.
(501) The supression of a science, en Bulletin of the Atomic Scientists, mayo de 1949, pg.144. La misma falsedad cometió Huxley, quien afirmó sin vacilar: "Se sabe con certeza" que Vavilov fue desterrado al extremo nordeste de Siberia (La genética soviética, cit., pg.42). Muy al contrario, Vavilov fue uno de los pocos científicos que no fue internado en un campo de trabajo.
(502) Francisco J. Ayala: La evolución de un evolucionista: escritos seleccionados, Universidad de Valencia, 2006, pg.165.
(503) Horticultor y botánico, Luther Burbank nació en Lancaster, Massachusetts. Aunque cursó estudios en la Lancaster Academy, se crió en una granja y con veintiún años compró un terreno cerca de Lunenburg, iniciándose como cultivador de plantas. En 1873 desarrolló la llamada patata de Burbank, variedad grande y resistente muy superior a la pequeña que se cultivaba hasta entonces. En 1875 se trasladó a Santa Rosa, California, donde construyó un vivero en el que estuvo experimentando el resto de su vida. Además de su cactus comestible, creó algunas variedades mejoradas de frutas y hortalizas, nuevos tipos de rosas y otras muchas plantas y flores ornamentales, así como un nuevo fruto, un cruce entre la ciruela y el albaricoque. En total, cultivó

800 nuevas clases de frutas, vegetales, nueces, cereales y flores (Katherine Pandora: Knowledge held in common. Tales of Luther Burbank and science in the American vernacular, en Isis, vol.92, setiembre de 2001).
(504) La variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis, Masson, París, 1899; Recherches sur la greffe des Crucifères (Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, 30 de mayo de 1892; Recherches morphologiques et physiologiques sur la greffe, en Revue de Botanique, 1894, tomo VI, pg.62; Un nouveau chou fourrager, en Revue Général de Botanique, 1895; La variation dans la greffe, en Annuaire des Sciences Naturelles, 1898, tomo VIII, pg. 185; Influence du sujet sur la postérité du greffon, en Le Monde des plantes. Academie Internationale de Géographie Botanique; Greffe de l'Aubergine sur la Tomate, en Bulletin de la Societé Scientifique et Médical de Rennes, 1895; Les variations spécifiques dans le greffage ou hybridation asexuelle, Comptes rendus du Congrès international de l'hybridation de la vigne, Lyon, 1901.
(504b) Cfr.Pascal Acot: Histoire de l'écologie, Presses Universitaires de France, Paris, 1988, pgs.70 y stes.; Deléage: Histoire de l'écologie, cit., pgs.93 y stes.
(505) E.Strasburger y otros: Tratado de botánica, Omega, Barcelona, 2004, pgs.440 y stes.; Lincoln Taiz y Eduardo Zeiger: Fisiología vegetal, Universitat Jaume I, Castellón, 2006, tomo II, pgs.1107 y stes.; y Lüttge, Kluge y Bauer: Botánica, cit, pg.497 y stes.
(506) F.J.García Breijo, J.Roselló Caselles y M.P.Santamarina Siurana: Introducción al funcionamiento de las plantas, Universidad Politécnica de Valencia, 2006, pgs.143-144.
(506b) Ayala: La evolución de un evolucionista, cit., pg.164.
(507) Bowler: Historia fontana, cit., pg.335.
(507b) Historia general de las ciencias. vol.V. La ciencia contemporánea. II. El siglo XX, Destino. Barcelona, 1975, pg.798.
(508) Lysenko: Nuevas realizaciones en el arte de dirigir la naturaleza de las plantas. Informe presentado el 6 de julio de 1940 a la Conferencia de titulares de la cátedra de marxismo-leninismo de la URSS, en Agrobiología, pg.183.
(509) El bromuro de metilo se utilizaba tras las cosechas de naranjas, mandarinas y pomelos para impedir el ataque de la mosca. Pero además de su impacto ambiental, este gas afecta a la calidad de la cosecha. De ahí que el Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal obliguen a reducir su empleo. El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina mantuvo frutos de naranja y mandarina a una temperatura de 1 grado hasta que desaparecieron la totalidad de las larvas, que fueron de 13 días en naranjas y 12 en mandarinas. Luego los frutos se mantuvieron durante 7 días a una temperatura de 20 grados, simulando la comercialización. Al finalizar la experiencia, los frutos no presentaron alteraciones fisiológicas ni patológicas causadas por la vernalización, ni tampoco se observaron diferencias significativas con los frutos testigos en los parámetros de calidad interna. Asimismo, simulando prácticas de poscosecha habituales en los empaques, se evaluó la calidad de frutos con una conservación prolongada –90 días a 5 grados– después de la cual se vernalizaron. Tampoco en este caso se hallaron diferencias significativas entre el tratamiento y el testigo.
(510) Température et floraison (la vernalisation), Presses Universitaires de France, 1962, pg.121.
(511) N.I.Maximov: Fisiología vegetal, Buenos Aires, 1946, pgs.381-382.
(512) La genética soviética, cit., pg.82.
(513) De Aristóteles a zoológicos, cit., pg.187.
(514) Biología hoy, cit., pgs.133-134.
(515) Strasburger, Noll, Schenck y Schimper: Tratado de botánica, cit., pgs.440 y stes.
(516) Cómo orientar el desarrollo de los organismos vegetales. Leído en la primera conferencia anual Timiriazev, 28 de abril de 1940, en Agrobiología, pg.175.
(517) Cfr.David Rindos: Los orígenes de la agricultura. Una perspectiva evolucionista, Bellaterra, Barcelona, 2000, pgs.85 y stes.; B.S.Kurlovich, S.I.Repev, M.V.Petrova, T.V.Buravtseva, L.T.Kartuzova y T.A.Voluzneva: The significance of Vavilov's scientific expeditions and ideas for development and use of legume genetic resources, en Plant Genetic Resources Newsletter, núm. 124, diciembre de 2000, pgs.23 y stes.
(518) I.I.Schmalhausen: Factors of evolution: the theory of stabilizing selection, Blakiston,

Philadelphia, 1949. Hijo de un conocido botanista al que ya he mencionado, Schmalhausen fue el zoólogo que dirigió el Instituto de Morfología y Evolución, entre 1935 y 1948. También fue profesor de darwinismo en la Universidad de Moscú entre 1939 y 1948.
(519) Biología hoy, cit., pgs.50. y 55 y stes.
(520) Le marxisme et les problèmes de la linguistique, éditions en Langues étrangères, Pekin, 1975, pgs.28-29.
(521) A.R.Shebrak: Soviet biology, en Science, vol.102, 1945, pgs.357 y 358.
(522) Gustav A.Wetter: Filosofía y ciencia en la Unión Soviética, Guadarrama, Madrid, 1968, pg.121.
(523) En la obra colectiva Aspectos filosóficos de la Biología, Academia de Ciencias de la URSS, Moscú, 1978; su obra Genética general se publicó en ruso en 1976 y en castellano en 1981.
(524) Genética general, cit., tomo II, pg.269.
(525) Biología y conocimiento, cit., pgs.96-97.
(526) Cornwell: Los científicos de Hitler, cit., pg.436.
(527) La théorie de l'évolution mise à mal: Faut-il brûler Darwin? (http://olivier.pingot.free.fr/dossiers%20scientifiques/darwin/darwin_texte_08.html)
(528) Myron Sharaf: Fury on Earth, St. Martin's Press, Nueva York, 1983. Sólo 18 médicos tuvieron el coraje de protestar contra la quema de las obras de Reich.
(528b) Z.A. y R.A. Medvedev: El Stalin desconocido, Crítica, Barcelona, 2003, pgs.212 y 221.
(528c) Cfr.J.M.Sánchez Arteaga: La biología humana como ideología: el racismo biológico y las estructuras simbólicas de dominación racial a fines del siglo XIX, en Theoria, vol.61, 2008, pgs.107 y stes.
(529) Filosofía zoológica, cit., pg.240.
(530) De Aristóteles a zoológicos, cit., pg.181.
(531) A.J.Kelso: Antropología física, Bellaterra, Barcelona, 1978, pg.7 y stes.
(532) Le pangermanisme continental sous Guillaume II (de 1888 a 1914), Paris, 1915, pg.351.
(533) Ingeniería genética, cit., pg.99.
(534) Niesturj: El origen del hombre, cit., pg.308.
(535) Richard E. Green y otros: A draft sequence of the neandertal genome, en Science, 7 de mayo de 2010, vol. 328, pgs. 710 a 722; Rex Dalton: Neanderthals may have interbred with humans. Genetic data points to ancient liaisons between species, en Nature, 20 de abril de 2010.
(537) Cfr.Ramón y Cajal: Histología del sistema nervioso, cit., pg.77.
(538) Alma o cerebro: ¿qué es el hombre?, Ediciones Iberoamericanas, Madrid, 1971, pg.17.
(539) Murray L.Barr: El sistema nervioso humano. Un punto de vista anatómico, Harla, México, 1974, pgs.196 y 204.
(540) Marx: Formaciones económicas precapitalistas, Ayuso, Madrid, 2ªEd., 1975, pg.140.
(541) A.S.Diamond: Historia y orígenes del lenguaje, Alianza Editorial, Madrid, 1974, pgs.230 y stes.
(542) El discurso del método, Bruguera, Barcelona, 5ª Ed., 1980, pg.160.
(543) Cfr. Lukacs: El asalto a la razón, cit.
(544) Alain Desrosières: La política de los grandes números. Historia de la razón estadística, Melusina, Barcelona, 2004.
(544) La base científica de la evolución, cit., pgs.217-217.
(546) Ch.A.Janeway, P.Travers, M.Walport y M.J.Scholomchik: Inmunobiología. El sistema inmunitario en condiciones de salud y enfermedad, Masson, Barcelona, 2003, pg.598. Se han introducido esterilizantes en vacunas como la del tétanos en Filipinas. A pesar de que el tétanos afecta a dos tercios de los hombres y sólo a un tercio de las mujeres, la vacunación se dirigió sólo contra las mujeres, precisamente contra aquellas en edad de procrear. El protocolo tampoco se justificaba ya que suministraban una serie de cinco inyecciones a lo largo de tres años y en la vacunación del tétanos no se emplea un número tan elevado. El programa del Ministerio de Sanidad olía mal. Un grupo de religiosas envió una muestra de las vacunas a un laboratorio independiente. Los análisis mostraron que contenían BetaHCG, un anticonceptivo que, a la larga, esteriliza. Los

resultados fueron confirmados por otros análisis en varios centros médicos. Las mujeres que habían recibido las vacunas presentaron niveles altos de anticuerpos antiHCG (Gonadotrofina coriónica) que impiden el embarazo. Las que estaban embarazadas abortaron al día siguiente o en el transcurso de la primera semana, independientemente del número de meses de embarazo. La asociación *Human Life International* denunció que la introducción de HCG en las vacunas también se ha comprobado en México, Nicaragua e India. Las primeras sospechas se dieron en 1994 en México. Esto supone una corrupción de la estructura sanitaria del Estado y de los organismos internacionales implicados en la promoción de la vacunación, entre los que se encuentra la Organización Mundial de la Salud. Prescindiendo de los efectos secundarios que comportan estos métodos anticonceptivos, en el futuro podrían esterilizar a millones de mujeres sin su conocimiento y sin su consentimiento (Cfr. Alfredo Embid: Del control de natalidad al genocidio, en Medicina Holística, núms. 59 y 60, http://free-news.org/aembid10.htm).
(547) Hérédité et politique, Presses Universitaires de France, París, 1948, pg.43.
(548) Sinnott, Dunn y Dobzhansky, Principios de genética, cit., pgs.180 y 181.
(549) Christian Delacampagne: Racismo y occidente, Argos Vergara, Barcelona, 1983, pgs.92 y stes.
(550) La incógnita del hombre, cit., pgs.305 y 353.
(551) John J.Fried: El misterio de la herencia, Alianza Editorial, Madrid, 1973, pgs. 15 a 20. Lo mismo sostiene Duvigneaud, para quien "la especie humana se halla amenazada de degeneración" como consecuencia de la inoperancia de la selección natural (La síntesis ecológica, Alhambra, Madrid, 1978, pg.293). Pero no es la especie humana sino ciertas corrientes ultramontanas de la biología las que están sumidas en la más plena degeneración intelectual.
(552) A Harrar le nombraron presidente de la Fundación Rockefeller en 1961 cuando Dean Rusk dejó el cargo vacante al integrarse en el gobierno de Kennedy. Junto con E.C.Stakman, que también se instaló en México, Harrar escribió en 1963, entre otras obras, Principios de patología vegetal, Eudeba, Buenos Aires.
(553) En México la revolución verde formó parte de una campaña más amplia de control de la agricultura local por parte de los vecinos del norte. En 1946 Estados Unidos también trató de exterminar la ganadería mexicana con el pretexto de la propagación de una epidemia de fiebre aftosa por las importaciones de cebú brasileño. Fue otro negocio redondo. La balanza comercial entre México y Estados Unidos cambio de signo; Estados Unidos prohibió las importaciones procedentes de México y México tuvo que importar carne de Estados Unidos. Los veterinarios mexicanos eran partidarios de la vacunación, pero Estados Unidos pretendía la eliminación pura y simple de la competencia ganadera. Aunque se produjeron violentos levantamientos campesinos contra el exterminio de la ganadería, 1,5 millones de cabezas de ganado fueron sacrificadas. Cfr. J.M.Cervantes Sánchez: La fiebre aftosa y el desarrollo moderno de la medicina veterinaria mexicana (1946-1955), Montalbán, 1 de enero de 2003; José Carmen Soto Correa: El rifle sanitario, la fiebre aftosa y la rebelión campesina, Instituto Politécnico Nacional, México, 2009. Los casos se han repetido periódicamente hasta 2009, cuando la OMS inventa una supuesta pandemia de "gripe mexicana" que estuvo avalada por las "informaciones" catastrofistas de los medios de comunicación del mundo entero, otro negocio fraudulento presentado con su correspondiente apariencia "científica".
(554) Ana Barahona: Historia de la genética en México, en Investigación y Ciencia, núm.359, agosto de 2006, pgs.22 y stes.
(555) La política imperialista hacia China fracasó en 1949. La revolución verde fue sustituida por la revolución roja, lo que contribuyó a solventar el problema del hambre: "La notable diferencia que se produjo en China, donde el número de desnutridos cayó de 406 a 189, obliga a plantear la pregunta: ¿qué fue más eficaz para reducir el hambre, la Revolución Verde o la Revolución Roja, cuyos grandes cambios en cuanto al acceso de la tierra prepararon el camino para el incremento de los niveles de vida?" (Antón Novas: El hambre en el mundo y los alimentos transgénicos, Catarata, Madrid, 2005, pg.199).
(556) Ejemplos de esta infraliteratura malthusiana sobre el hambre son William Paddock: Time of

famines, Little, Brown & Company, Boston, 1976; y Joe Paddock, Nancy Paddock y Carol Bly: Soil and survival: Land stewardship and the future of american agriculture, Random House, 1988. Para una evaluación realmente científica del malthusianismo: S.Cotts Watkins y E.van de Walle: Nutrición, mortalidad y tamaño: El tribunal de última instancia de Malthus, en El hambre en la historia. El impacto de los cambios de producción de alimentos y los modelos de consumo sobre la sociedad, R.I.Rotberg y T.K.Rabb (comp.), Siglo XXI, Madrid, 1990, pgs.7 y stes.
(557) En Bhopal la toxicidad de la nube producida por el escape fue 500 veces superior a la empleada por los nazis en las cámaras de gas y 150 veces al gas mostaza. Una cuarta parte de la población expuesta son hoy enfermos crónicos. De ellos 50.000 han quedado con incapacidad absoluta para el desempeño de cualquier tipo de trabajo. Muchos son ciegos o sufrieron la destrucción del olfato, oído o tacto. Otros sucumbieron a efectos secundarios neurológicos, inmunológicos o cancerígenos. Las mujeres en estado de gestación sufrieron dolorosos abortos espontáneos y otras que dieron a luz en los meses siguientes, o incluso generaciones después, alumbraron hijos con malformaciones congénitas, lo que quiere decir que el accidente de Bhopal provocó también daños génicos. Décadas después, muchas mujeres siguen sufriendo alteraciones en los períodos menstruales (Cfr. Dominique Lapierre y Javier Moro: Era medianoche en Bhopal, Editorial Planeta, Barcelona, 2001).
(558) Cfr. Josué de Castro: Geopolítica del hambre, Guadarrama, Madrid, 1972; R.I.Rotberg y T.K.Rabb: El hambre en la historia, Siglo XXI, Madrid, 1990.
(559) Waton y Berry: ADN. El secreto de la vida, cit., pg.391.
(560) Valpuesta: A la búsqueda del secreto de la vida, cit., pgs.120-121.
(561) Sigrid Grosskopf: La alianza obrera y campesina en la URSS (1921-1928). El problema de los cereales, Fondo de Cultura Económica, México, 1983, pgs.38 y stes.
(562) Historia económica de la Unión Soviética, Alianza Editorial, Madrid, 1973, pgs. 315-316 y 337.
(563) La economía soviética desde Stalin, Ediciones de Cultura Popular, Barcelona, 1965, pgs.140 a 147.
(564) Maddison, Crecimiento económico, cit., pg.131.
(565) Luciano Cafagna: La economía de la Unión Soviética, UTEHA, México, 1961, pg.93.
(566) La economía soviética, cit., pgs.157 y 158.
(567) Gilbert: Biología del desarrollo, cit., pg.131. En 2003 de 126 intentos de clonación de vacas sólo se obtuvieron 11 terneros. Seis años después la BBC informaba de la clonación del primer camello en Dubai, el único que nació vivo de siete intentos. El 31 de enero de 2009 el diario británico *Telegraph* informaba de la clonación en España de una especie local extinta: la cabra pirenaica. Lograron crear 439 embriones de los que 57 fueron implantados; de ellos sólo 7 prosperaron y únicamente nació una hembra que murió a los 7 minutos del parto.
(568) Otra multinacional farmacéutica, GlaxoSmithKline, también fue criticada por no haber alertado sobre el riesgo de conducta suicida asociado al consumo del antidepresivo Seroxat. La farmacéutica ocultó los datos negativos referentes a otro de sus fármacos, Avandia, que se utiliza en todo el mundo para tratar la diabetes. En setiembre de 2010, Europa y Estados Unidos recomendaron la suspensión de la venta de este fármaco. Según un informe presentado por Donald Light el 17 de agosto de 2010 en una conferencia de la *American Sociological Association*, la mayoría de los medicamentos se aprueban en ensayos que, si no están trucados, al menos están prefabricados para arrojar resultados favorables. Las empresas farmacéuticas invierten muchísimo más en publicidad que en investigación y sus productos se benefician de intensas campañas publicitarias que las promocionan como seguras. Según Light el 85 por ciento de los medicamentos no son nuevos sino viejas recetas con algunos añadidos, más tóxicos que beneficiosos para la salud. Los laboratorios tienen una influencia enorme sobre los médicos. En realidad, son los que les forman e informan. En España la mitad de ellos no reconocen conflictos de intereses ni dudas éticas con la industria; el 98,4 por ciento recibe visitadores médicos de las empresas, el 77,8 por ciento a diario. Los vendedores aparecen como segunda fuente de información sobre medicamentos para los galenos. La opinión sobre la utilidad de la visita es mayoritariamente favorable entre los

profesionales sanitarios. Cuando asisten a un congreso, el 60,3 por ciento reconoce hacerlo invitado por las empresas. Suelen asistir a comidas de los visitadores el 61,9 por ciento. El 55,6 por ciento ha recibido alguna vez un regalo de los laboratorios. En Estados Unidos las multinacionales famacéuticas invierten 50.000 dólares por cada médico, que incluyen la entrega de muestras gratis, la asistencia a seminarios, la financiación de estudios orientados e incluso el pago de comisiones. En su informe Light también critica la publicación de las investigaciones farmacológicas: "A veces las empresas farmacéuticas ocultan o subestiman los datos sobre reacciones adversas graves de los nuevos medicamentos y exageran sus beneficios. Luego gastan de dos a tres veces más tiempo en la comercialización que en la investigación para convencer a los médicos de que prescriban estas especialidades nuevas. La información puede ser engañosa y los médicos pueden desinformar a los pacientes sobre los riesgos del nuevo fármaco" (Donald Light: Pharmaceuticals. A two-tier market for producing 'lemons' and serious harm, en Science Daily, http://www.sciencedaily.com/releases/2010/08/100817111825.htm).
(569) Paul de Kruif: Cazadores de microbios, Porrúa, México, 2010, pgs.160 y stes.
(569b) Gerald L. Geison: The private science of Louis Pasteur, Princeton University Press, 1995.
(569c) Bertrand Jordan: Los impostores de la genética, Península, Barcelona, 2001, pgs.74 a 76.
(570) The results of forty-seven years of work on hybridization in the field of fruit growings, en Selected works, cit., pg.162.
(571) El caso Lysenko, cit., pgs.79 a 82; vid. también El cruce intraespecífico y la 'ley' mendeliana de la disyunción. Texto elaborado en base a un informe presentado el 15 de abril de 1938 al grupo de estudios del cultivo de semillas del Instituto de Genética y Selección de la URSS (Agrobiología, pgs.130 y stes.)
(572) J.N.Costantin: L'hérédité acquise: ses conséquences horticoles, agricoles et médicales, Durand, Chartres, 1901, pgs.20 y stes; Le Monnier: Le Néflier de Bronveaux, Bulletin de la Societé Centrale d'Horticulture, Nancy, 1899.
(572b) Ayala: La evolución de un evolucionista, cit., pgs.163 y stes.
(573) Lüttge, Kluge y Bauer: Botánica, cit., pg.480.
(574) Strasburger, Noll, Schenck y Schimper: Tratado de botánica, cit., pg.399.
(575) Pío Font Quer: Diccionario de botánica, Península, Barcelona, 1970, pg.575. En esta misma línea, según el Diccionario Oxford de biología (voz "híbrido"), los injertos sólo producen quimeras: "Las yemas que crecen en el punto de unión del injerto contienen tejidos tanto de la planta huésped [sic] como del esqueje" (Ed. Complutense, Madrid, 1998). Lo mismo sostiene el Diccionario de Abercrombie, Hickman y Johnson, cit., pgs.119 a 120.
(576) Los mendelistas han logrado convencer a algunos cultivadores que están equivocados, que la nectarina no es un híbrido de melocótón y ciruela sino una mutación genética "espontánea" de los melocotoneros comunes (*Prunus persica*) aparecida sin intervención humana. Ellos creen ver mutaciones genéticas "espontáneas" en las milenarias prácticas agrarias de cruce, hibridación y selección. Con las reservas con que se deben acoger las afirmaciones paleobotánicas, lo cierto parece ser que la nectarina se obtuvo en China por medio de injerto y aún hoy se sigue cultivando por medio de injerto. En China este cultivo alcanzó una gran importancia. Por el contrario, en Europa a diferencia de los melocotones, cuyas referencias aparecen en una amplia literatura que data desde tiempos de los griegos, las referencias a la nectarina son muy recientes. Prácticamente no existe ningún texto escrito que las mencione hasta el siglo XVII en Inglaterra. Mientras para las civilizacines china y romana fue un fruto muy importante, perdió su importancia en las civilizaciones actuales hasta que, recientemente, ha vuelto a recuperarla, impulsado por las variedades cultivadas en California.
(577) La hibridación vegetativa tuvo su lado cómico en 1999 durante la emisión de un episodio de la teleserie Los Simpsons, cuando su protagonista Homer se convierte en agricultor y descubre el "tomaco", un híbrido de tomate y tabaco. A raíz de la emisión, en distintas partes del mundo algunos seguidores repitieron la experiencia, injertando una planta de tomate en raíces de tabaco, ambas solanáceas. Obtuvieron un fruto híbrido de color rojo con un centro viscoso de sabor fétido y color ocre, con dosis tóxicas de nicotina. Uno de los guionistas, George Meyers, había estudiado

bioquímica en la Universidad de Harvard y recordaba haber leído referencias acerca del experimento en alguno de los viejos manuales de estudio. Los dibujos animados están más cerca de la realidad que algunas enciclopedias de botánica.
(578) Grafting watermelon onto squash or gourd rootstock makes firmer, healthier fruit, en Agricultural Research, julio de 2005.
(579) El mayor incremento de injertos se está produciendo en las solanáceas. En 2004 se llegaron a injertar 73 millones de plantas de tomate en España, entre otros con el fin de prevenir la aparición de raíces "acorchadas" (*Corky root*) provocadas por hongos. Aunque ya se practicaba en pequeña escala para la producción de variedades sin resistencia a finales de la década de los noventa con el fin de controlar la "muerte súbita" (*Olpidium* que provoca Pep MV), ha pasado a convertirse en una práctica habitual de los horticultores. La cantidad de plantas injertadas de sandía era de 38 millones en 2005 y se estimaba en 750.000 los injertos de melón y 200.000 los de pepino. El número de plantas injertadas de melón y pepino también está creciendo. En los melones el injerto previene el *Fusarium* y no sólo se injertan variedades del tipo Cantaloup o Galia, sino que se está empezando con los híbridos de Piel de Sapo. El mismo crecimiento se observa en la berenjena con el fin de controlar la verticiliosis y, sobre todo, en el pimiento, para controlar el hongo *Phytophthora capsici*.
(580) El mentor, potente medio de selección. Prefacio escrito para las Obras Completas de Michurin, editadas en ruso en 1948 (Agrobiología, pgs.136 y stes.)
(580b) Costantin: L'hérédité acquise, cit., pg.22.
(581) Études sur la greffe, Rennes, 1927 (http://biblio.rsp.free.fr/Pdf/G1a.si.pdf).
(581b) Costantin: L'hérédité acquise, cit., pg.21.
(581c) Über Propfbastarde und pflanzliche Chimären, en Ber.Deutsch.Bot.Gesell., 1907, vol.25, pgs.568 y stes.; Solanum tubigense, ein echter Propfbastard zwischen Tomate und Nachtschatten, Ber.Deutsch.Bot.Gesell., 1908, vol.26a., pgs.595 y stes. Vid. Henry C. Cowles y Charles J. Chamberlain: Graft hybrids and chimeras, en Botanical Gazette, febrero de 1911, vol. 51, núm. 2, pgs. 147 y stes.
(582) La genética soviética, cit., pgs.28 a 32 y 83 a 89.
(583) La variación de los animales y las plantas, cit., tomo I, pgs.401 y stes.
(584) Isaac Ochotorena: Tratado elemental de biología, México, 1950 (Cfr. Arturo Argueta Villamar, R.Noguera y R.Ruiz Gutiérrez: La recepción del lysenkismo en México, en Asclepio, vol.55, 2003, pg.250).
(585) Modifications de plumage obtenues après inyection de sang de Pintade chez des Poules de souche génétiquement contrôlé, en Biologie Médicale, núm.4, julio-agosto de 1963, pgs.402 y stes.
(586) G.Chedd: El control genético. Conflicto entre teorías nacientes, en A.L.Lehninger y otros: Panorama de la biología contemporánea, Alianza Universidad, Madrid, 1975, pgs.104 y stes.
(587) Los anticuerpos así obtenidos son homogéneos y especializados, es decir, capaces de atacar un único antígeno. Se denominan anticuerpos monoclonales (MAB en el acrónimo inglés). Esos anticuerpos son de origen animal, normalmente ratones, por los motivos que ya hemos expuesto en una nota anterior: la división continuada de las células humanas es imposible, lo que impide la fabricación de anticuerpos en cantidades industriales, mientras que la de los roedores es más factible. Ahora bien, para no crear rechazo al introducir los anticuerpos en seres humanos, también es posible elaborar anticuerpos que tengan partes de origen humano y partes de origen animal, es decir, que sean quimeras. En el texto me refiero exclusivamente a las células híbridas, no a los anticuerpos que ellas puedan segregar. Además del medio indicado, las células se pueden hibridar de manera espontánea, como ocurre con la heterocariosis de algunos hongos, donde se forman células con dos núcleos separados que comparten el mismo citoplasma y en donde, además, los cromosomas emigran de una célula a otra. También se pueden hibridar células de forma artificial, mediante el empleo de ciertos virus, o bien por el procedimiento eléctrico que he indicado: mediante corrientes alternas de alta frecuencia, las células contactan y se polarizan siguiendo las líneas del campo eléctrico generado, y luego con un pulso de corriente continua se consigue la fusión. También se puede lograr por procedimientos químicos, tratándolas con compuestos que inducen la fusión de membranas, tales como el polietilenglicol (PEG), el dimetilsulfóxido (DMSO).

Una célula heterocarionte puede dividirse en híbridos en los cuales las envolturas de ambos núcleos desaparezcan, uniéndose los cromosomas en un único núcleo. A su vez, esas células híbridas pueden clonarse estableciendo una estirpe celular que, normalmente, es génicamente inestable y tiende a perder parte de sus cromosomas. Este último es el caso de los hibridomas. Estos híbridos son distintos de los obtenidos sexualmente y se encuentran aún en fase experimental, limitados por el reducido número de especies a las que es posible aplicarlos a causa de que la transgénesis sigue siendo una técnica incontrolada. Cfr. L.Álvarez-Vallina y otros: Anticuerpos monoclonales. Realidades y perspectivas, Editorial Complutense, Madrid, 2004.
(588) J.R.Lacadena: Citogenética, Editorial Complutense, Madrid, 1996, pgs.620-621.
(589) Jaroslav Flegr: Was Lysenko (partly) right? Michurinist biology in the view of modern plant physiology and genetics, Rivista di Biologia / Biology Forum, vol.95, 2002, pgs.259 y stes.
(590) Y. Hirata y otros: Molecular mechanism of graft transformation in capsicum annuum, en Acta Horticulturae, 2003, vol.625, pg.125. Otros artículos anteriores del mismo autor son los siguientes: Graft-induced changes in eggplant (Solanum melongena L.) I. Changes of the hypocotyl color in the grafted scions and in the progenies from the grafted scions. Japan.J.Breed., vol.29, 1979, pgs.318 y stes.; Graft-induced changes in skin and flesh color in tomato (Lycopersicon esculentum Mill.), J.Japan.Soc.Hort.Sci., vol.49, 1980, pgs.211 y stes.; Graft-induced changes in eggplant (Solanum melongena L.). II. Changes of fruit color and fruit shape in the grafted scions and in the progenies from the grafted scions. Japan.J.Breed., vol.30, 1980, pgs.83 y stes.
(591) Yongsheng Liu y otros: Graft hybridization and the specificity of heredity in fruit trees, en Hereditas, vol.26, 2004; Yongsheng Liu: Revealing the mystery of heredity in grafted fruit trees, en HortScience, vol.40, agosto de 2005, pgs. 1584 y stes.; Historical and modern genetics of plant graft hybridization, en Advances in Genetics, vol.56, 2006, pgs. 101 y stes.; A new perspective on Darwin’s pangenesis, en Biological Reviews, vol. 83, 2008, pgs. 141 y stes.; Gene exchange between cells by grafting. New insights into plant graft hybridization, en Heredity, vol.104, 2010.
(592) Noël Kingsbury: Hybrid: The history and science of plant breeding, University of Chicago Press, 2009, pg.210.
(593) Sandra Stegemann y Ralph Bock: Exchange of genetic material between cells in plant tissue grafts, en Science, vol. 324, 2009, pgs. 649 y stes.
(594) Circulating nucleic acids in plasma and serum IV, en Annals of the New York Academy of Sciences, vol. 1075, 5 de setiembre de 2006. Aunque, como ya ha quedado expuesto, el ADN circulante era conocido desde 1948, el empleo del mismo como método de diagnóstico médico en determinadas patologías, especialmente cáncer, tiene su origen en los experimentos practicados bajo la influencia del debate lysenkista de la guerra fría y fue culminado por Stroun y Anker en 1973. En los diez años transcurridos entre 1996 y 2006, este descubrimiento sensacional ha promovido la publicación de más de 500 artículos científicos en las revistas especializadas de varios países.
(595) Savants sovietiques, cit., pg.124.
(596) Ayala: La evolución de un evolucionista, cit., pg.164.
(597) El tiempo en la biología, cit., pg.16.
(598) Diane B.Paul: A war on two fronts: J.B.S.Haldane and the response to lysenkoism in Britain, en Journal of the History of Biology, vol.16, 1983, pgs.1 a 16.
(599) S. Casado de Otaola: Los primeros pasos de la ecología en España, Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 2000.
(600) Hérédité et politique, cit., pgs.50 y 92.
(601) A.A. Gurwitsch: A historical review of the problem of mitogenetic radiation, en Experientia, vol.44, 1988, pgs.545 y stes.; Lev V. Beloussov: Life of Alexander G. Gurwitsch and his relevant contribution to the theory of morphogenetic fields, International Journal of Developmental Biology, 1997, pgs.771 y stes.; W. Goraczko: Ionizing radiation and mitogenetic radiation: two links of the same energetic chain in a biological cell, en Medical Hypotheses, vol.54, 2000, pgs. 461-468
(601b) Karpechenko utilizó el método de la ploidización, pero obtuvo justamente lo contrario de lo que pretendía, lo peor de cada una de las especies hibridadas: hojas de rábano y raíz de col (Claude A.Ville: Biología, Eudeba, Buenos Aires, 1964, pg.582; Lacadena: Citogenética, cit., pg.618).

(602) M.Kh.Chailakhian y V.N.Khrianin: Sexuality in plants and its hormonal regulation, Springer-Verlag, Nueva York, 1987. Las investigaciones que Chailakhian llevó a cabo en el Instituto Timiriazev de Fisiología Vegetal de Moscú tardaron medio siglo en ser reconocidas. Utilizando una planta de día corto (*Chrysanthemum indicum*) Chailakhian demostró que las hojas de las plantas producían una hormona que se dirigía al ápice, desencadenando la floración. En 1963 denominó florígeno a esta hormona que, como la mayoría de las sustancias orgánicas, se desplaza a través del floema. Las investigaciones confirman que la floración está promovida por factores ambientales, principalmente la temperatura (vernalización) y la luz (fotoperiodo).
(603) J.William Schopf: Solution to Darwin's dilemma. Discovery of the missing precambrian record of life, Walter M. Fitch (coord.): Colloquium on Variation and Evolution in Plants and Microorganisms. Toward a New Synthesis, 50 Years After Stebbins, en Proceedings of the National Academy of Sciences, vol.97, 2000, pg.6949.
(604) Latour: La ciencia en acción, cit., pgs.159 y 162.
(604b) Medvedev, La ciencia soviética, cit.,pg.33.
(605) Felice Mondella: Biología y filosofía, en Ludovico Geymonat: Historia del pensamiento filosófico y científico. Siglo XX (II), Ariel, Barcelona, 1985, pg.161.
(606) Science in Russia, en Nature, vol. 116, 1925, pgs.681 a 683.
(607) Orientaciones de la biología, cit., pgs.26, 37 y 39.
(608) *On ne sait même pas ce qu'est un gène*,
http://www.sciencepresse.qc.ca/actualite/2007/06/19/ne-sait-meme-quest-gene
(608b) L'hérédité, París, 4ª Ed., 1948, pgs.303, 455 y 468-469.
(609) ¿Qué es la vida?, cit., pg.51.
(610) Éléments de philosophie biologique, cit., pgs.32 a 36. Le Dantec se refería a las gémulas de Darwin, los factores de Weismann y los anticuerpos de Ehrlich. En referencia a los genes Jordi Agustí sostiene todo lo contrario, que no es tal "error de método". Afirma que sí existen los genes, aunque a comienzos del siglo XX nada se sabía acerca de ellos: "Al echar mano del concepto de gen de Johannsen, la genética de primeros de siglo no hacía sino seguir una táctica epistemológica nada rara en las ciencias empíricas, según la cual lo primero que hay que hacer cuando no se tiene idea sobre algo es darle un nombre. De algún modo, nombrar un fenómeno es empezar a conocerlo, pues se establece un punto de partida con el que articular su análisis posterior [...] Aún no se conocía la localización física de los genes en la célula ni se sabía exactamente a qué correspondía" (Fósiles, genes y teorías, cit., pgs.104 y 105).
(611) Suzuki, Griffiths, Miller y Lewontin: Genética, cit., pgs.2,3,12 y 688.
(612) Morgan: Embriología y genética, cit., pgs.23 a 27.
(613) Sinnott, Dunn y Dobzhansky, Principios de genética, cit., pg.78.
(614) Michael Ruse: Filosofía de la biología, Alianza Editorial, Madrid, 1979, pg.27.
(615) Mayr: Histoire de la biologie, cit., pg.667.
(616) Entrevista con Francisco J.Ayala, El Basilisco, núm. 15, marzo-agosto de 1983, pg.83.
(617) Elemente der exakten Erblichkeitslehre, Gustav Fisher, Jena, 1909.
(618) Philip Nelson: Física biológica. Energía, información, vida, Reverté, Barcelona, 2005, pg.103.
(619) La base científica de la evolución, cit., pgs. 26-27.
(620) Cfr. David Robertson: El microscopio y la vida, Destino, Barcelona, 1980, pg.259.
(621) La vida, cit., pg.46.
(622) Ehrlich buscaba un compuesto químico que pudiera curar la sífilis. Sabía que el arsénico inhibía al *Treponema pallidum* causante de la enfermedad, pero era tóxico para las células humanas. Sin embargo, estaba convencido de que el arsénico podía incorporarse a un compuesto orgánico que le hiciera perder su toxicidad manteniendo al mismo tiempo sus propiedades antimicrobianas. Después de ensayar con 605 sustancias, encontró un compuesto, el 606, al que llamó salvarsán, que cumplía ese requisito. Fue el primer compuesto químico sintetizado en laboratorio capaz de curar una enfermedad sin intoxicar al paciente.
(623) ¿Qué es la vida?, cit., pgs.9, 20, 51, 52, 77, 95 y 96.
(624) Sinnott, Dunn y Dobzhansky, Principios de genética, cit., pg.155.

(625) F.J.Ramos Fuentes y M.Bueno Sánchez: Mecanismos de herencia no mendeliana, en Genética humana, cit., pg.197.
(626) Mayr: Especies animales, cit., pg. 277.
(627) George Gamow: Un planeta llamado Tierra, Espasa-Calpe, Madrid, 1967, pg.214.
(628) Orgel: Los orígenes de la vida, cit.. pg.50.
(628b) A.O.Woodford: Geología histórica, Omega, Barcelona, 1970, pg.41.
(629) Luria: La vida, cit., pg.62.
(629b) La universalidad del código genético significa que cualquier ARN mensajero de cualquier organismo puede ser traducida por la maquinaria de síntesis proteica de cualquier otro organismo (Salvador E. Luria: Virología general, Omega, Barcelona, 1977, pg.90).
(629c) Henri Atlan: Entre el cristal y el humo. Ensayo sobre la organización de lo vivo, Debate, Madrid, 1990, pg.60.
(630) Bernardo Fantini: La nueva biología, en Ludovico Geymonat: Historia del pensamiento filosófico y científico. Siglo XX (III), Ariel, Barcelona, 1985, pg.34.
(631) Sing: Teoría de la información, cit., pgs.24 y stes.
(632) Maynard Smith: La construcción de la vida, cit., pgs.12 y 60.
(633) Deléage: Histoire de l'écologie, ob.cit., pgs.176-177.
(634) M.T.Madigan y otros: Biología de los miroorganismos, Pearson, Madrid, 2009, pgs.300 y stes.
(635) Nathan Sharon: Les sucres dans la vie sociale des cellules, en La Recherche, núm.54, enero de 1975, pg.18.
(636) James Shorter y Susan Lindqvist: Prions as adaptive conduits of memory and inheritance, en Nature Reviews Genetics, vol. 6, 2005, pgs.435 y stes.; C.P.J.Maury: Molecular mechanism based on self-replicating protein conformation for the inheritance of acquired information in humans, en Medical Hypotheses, vol. 67, 2006, pgs. 1164 y stes.; del mismo autor: Self-replicating protein conformations and information transfer: The adaptive β-sheet model, en Bioscience Hypotheses, vol. 1, 2008, pgs.82 y stes.
(637) Schrödinger: Mente y materia, cit., pg.28.
(638) Walter Gilbert: El Santo Grial, en Daniel J. Kevles y Leroy Hood (ed.): The code of codes: Scientific and social issues in the human genome project, Harvard University Press, 1992.
(639) G.S.Stein, J.S.Stein y L.J.Kleinsmith: Las proteínas cromosómicas y la regulación de los genes, en Investigación y Ciencia, núm. 1, octubre de 1976, pgs.32 y stes.
(640) S.N.Cohen y J.A.Shapiro: Elementos genéticos transponibles, en Investigación y Ciencia, núm. 43, abril de 1980, pgs.16 y stes.
(641) J.P.Borel y otros: Bioquímica dinámica, Ed.Médica Panamericana, Buenos Aires, 1989, pgs.487 y stes.
(642) John C.Fiddes: La secuencia nucleótica de un ADN vírico, en Investigación y Ciencia, núm. 17, febrero de 1978, pg.27; D.L.Nelson y M.M.Cox: Lehninger. Principios de bioquímica, Omega, Barcelona, 2000, pgs.1033 y stes.
(643) En 1932 Pavlov mantuvo una polémica con el sicólogo estadounidense K.S.Lashley sobre este punto, defendiendo una postura cercana a la frenología, aunque matizada, porque "no podemos pretender establecer una correspondencia exacta entre la manifestación dinámica y los detalles estructurales [...] Ciertos grados de síntesis y de análisis son accesibles a ciertas regiones de la corteza e inaccesibles a otras". Cfr. Respuesta de un fisiólogo a los psicólogos, en Fisiología y psicología, cit., pgs.160 y stes. Una visión actual matiza este mismo criterio de la siguiente manera: "Esto, sin embargo, no quiere decir que tales áreas sean las responsables directas y únicas de la función que se les adjudica, como si ellas fueran lugar de 'almacenamiento' de imágenes o de 'archivos' de respuestas. El proceso neurológico que determina cada una de las manifestaciones indicadas es resultado de una serie de integraciones, en las que colabora el resto del córtex cerebral, así como otros centros inferiores. En este conjunto el área asociativa no es más que un eslabón, quizá el de 'ecforización' o manifestación del complejo sistema que interviene en el proceso 'asociativo'.

“Aunque no puede considerarse a la mente como una cosa material, es indudable que los procesos mentales se desarrollan a través del sistema nervioso y especialmente del córtex cerebral; y buena prueba la obtenemos, cuando con una finalidad terapéutica o accidental, se practica en un individuo la decorticación más o menos amplia del cerebro, con lo que son bien comprobables notorias alteraciones mentales.
“La investigación ha puesto de manifiesto que las partes corticales que están más íntimamente relacionadas con los procesos mentales, son las que corresponden a las ‘áreas de asociación’, áreas que comprende con mucho, la mayor extensión de la superficie cerebral, y que están íntimamente ligadas entre sí mediante conexiones y también con las áreas de proyección y con los núcleos dorsales del tálamo.
“No obstante, esto no significa que cada área asociativa funcione como un compartimento estanco en relación con una cualidad mental; ni tampoco que unas zonas desarrollen sus actividades en modo diferente a otras. La corteza asociativa funciona en su totalidad como una unidad, en la que si bien no es posible adjudicar a cada zona una función específica e independiente, tampoco se puede negar su colaboración en modo distinto a los procesos funcionales del conjunto.
“Por esto, no debe extrañarnos que durante tanto tiempo, y de acuerdo con las respuestas conseguidas experimentalmente, se hayan considerado a estas regiones como ‘mudas’, a pesar de que su extensión comprenda la mayor parte del córtex, y que con sus lesiones son comprobables diversos déficits, si bien la importancia de éstos se hallan más en relación con la extensión de la zona extirpada experimentalmente, que con el lugar de ejecución de la lesión.
“Es indudable que en el cerebro asienta la posibilidad de almacenar y de evocar los mensajes sensitivo-sensoriales recibidos por cada sujeto.
“Sin embargo, no existe, al parecer, ninguna estructura del mismo especialmente conformada y destinada específicamente al aprendizaje o memorización, sino que esto es resultado de un equilibrio dinámico de diversos procesos, en los que entran en función, íntimamente ligadas, distintas estructuras del cerebro. No obstante, para este mecanismo integrativo, colaboran un conjunto de áreas, que no tienen igual intervención en todas las fases de la memoria y que parecen como más significativas unas u otras, según las características de los acontecimientos experimentales que han de registrarse” (L.Jiménez González: Sistema nervioso central. Anatomía funcional y fundamentos de patología, Espaixs, Barcelona, 6ª, 1979, pg.412).
(644) André Pichot: Histoire de la notion de gène, Flammarion, Paris, 1999.
(645) Ingeniería genética, cit., pg.109.
(646) Anton A. Turanov y otros: Genetic code supports targeted insertion of two amino acids by one codon, en Science, vol. 323, 9 de enero de 2009, pgs. 259 y stes.
(647) Pierre Thuillier: ¿Tomarán el poder los biólogos?, en Mundo Científico, núm. 7, octubre de 1981, pgs 717 y stes;
Jean Pierre Garel: Una patada al dogma de biología, en Mundo Científico, núm.11, febrero de 1982, pgs.180 y stes.
(648) Mayr: Especies animales, cit., pgs.184-187.
(648b) Mayr: Histoire de la biologie, cit., pg.745.
(649) John Buettner-Jarnusch: Antropología física, Limusa, México, 1980, pgs.359 y stes.
(649b) Living with the fluid genome, Third World Network, Londres, 2003.
(649c) El genoma oculto, en Investigación y Ciencia, Temas 38, pg.46.
(650) Jean Pierre Poirier: Lavoisier, Pygmalion, Paris, 1993, pg.413. Lavoisier fue uno de los 28 *fermiers généraux* del Antiguo Régimen y en 1771 contrajo matrimonio con la hija de otro recaudador de impuestos, una casta privilegiada que poseía las más mayores fortunas de Francia. Al año siguiente de perecer en la guillotina, en 1795, el gobierno rehabilitó su memoria, afirmando que había sido “falsamente acusado”.
(651) Alexander Kohn: Falsos profetas. Fraudes y errores en la ciencia, Pirámide, Madrid, 1988, pgs.89 y stes.
(652) David Joravsky: The Lysenko affair, University of Chicago Press, 1970, pg.116.
(653) Cfr.Kristie Macrakis: The ideological origins of institutes at the Kaiser Wilhelm Gesellshaft in

nacional socialist Germany, en Science, technology and national socialism, Renneberg, Monika y Mark Walker (eds.), Cambridge University Press, 1994, pgs.139 y stes.
(654) Zimmer escribió junto con Delbrück y Timofeiev-Ressovski Über die Natur der Genmutation und der Genstruktur (Nachrichten der gelehrten Gesellschaften der Wissenschaften zu Göttingen, Math-Phys. Klasse, Fachgr, vol. 6/13, 1935, pgs.190 a 245), y con el soviético publicó, entre otras obras, Das Trefferprinzip in der Biologie (Hirzel, Berlin, 1947). Tras la guerra también fue condenado en la URSS, participando en el proyecto atómico soviético desde un campo de prisioneros.
(655) Cfr.Nelson: Física biológica, cit., pgs.102 y stes.
(656) Cornwell: Los científicos de Hitler, cit., pgs.233 y 384.
(657) Vadim A. Ratnera: Nikolay Vladimirovich Timofeeff-Ressovsky (1900–1981): Twin of the century of genetics, en Genetics, vol. 158, julio de 2001.
(658) La genética soviética, cit., pg.202.
(659) Savants sovietiques, cit., pg.130.
(660) Diane B.Paul y Costas M.Krimbas: Nikolai V. Timofeev-Ressovski, en Investigación y Ciencia, núm.187, abril de 1992, pgs.70 y stes.
(661) Cornwell: Los científicos de Hitler, cit., pgs.54 y stes.
(662) A.M.Brandt: Racism and research: The case of the Tuskegee syphilis study, Hastings Center Report, 1978.
(663) The plutonium files: America's secret medical experiments in the Cold War, Dial Press, Nueva York, 1999; durante un tiempo la Red de Noticias de Salud (*Health News Network*), del Proyecto Libertad de Derechos Humanos de Winston-Salem, Carolina del norte, expuso en internet los documentos administrativos desclasificados (en http://www.mindcontrolforums.com/pro-freedom.co.uk/publications_books_1.html) pero luego eliminaron la información del servidor.
(663b) La documentación oficial es accesible en internet: http://www.archives.gov/research/health/cdc-cutler-records.
(664) A diferencia del fabricante de penicilina en masa, Picado no patentó su descubrimiento aunque informó del mismo a la Sociedad de Patología Vegetal de Entomología Agrícola de París y en 1927 la Sociedad de Biología de la misma capital publicó el informe con los resultados de los tratamientos realizados con penicilina.
(665) Entrevista a Máximo Sendín para el Proyecto Gran Simio: http://www.iieh.com/index.php/evolucion/167-entrevista-a-maximo-sandin-para-proyecto-gran-simio.
(666) La communication scientifique publique. De la vulgarisation à la médiatisation, Chronique Sociale, Lyon, 1988.
(667) Have referees rejected some of the most-cited articles of all times?, en Journal of the American Society for Information Science, vol. 47, 1996, pgs. 302 y stes.; Peer review for journals as it stands today, partes 1 y 2, en Science Communication, vol. 19, 1998, pgs. 181 y stes., y 277 y stes.; El sistema de revisión por expertos (peer review): muchos problemas y pocas soluciones, en Revista Española de Documentación Científica, vol.25, 2002, 166 y stes.
(669) Los trabajos de Goddard que no interesaban a Estados Unidos, interesaron mucho al III Reich, que se puso en contacto con él para resolver algunas cuestiones técnicas que luego Werner Von Braun utilizó en la fabricación de los V-2 con los que los nazis bombardearon Londres y otras ciudades británicas durante la II Guerra Mundial. Nikolaus Ritter, jefe del *Abwehr* en Estados Unidos, infiltró a un agente en el círculo próximo de Goddard, obteniendo así información técnica para fabricar los cohetes alemanes (Richard Nixon: The scientific revolution, en Bulletin of the Atomic Scientists, noviembre de 1960, pg. 349).
(670) En 1915, el *Surgeon General* Joseph Fishman ordenó una investigación sobre la pelagra, que se llevó a cabo con presos utilizados como cobayas humanas. El diagnóstico nutricional se confirmó, pero se mentuvo en secreto durante 20 años. La explicación de Hugh S. Cumming, director del servicio de salud, fue que los muertos eran las poblaciones negras más pobres del país.
(670b) La expresión es de Bowler: Historia fontana, cit., pg.297 y stes. Alfred Wegener: El origen

de los continentes y océanos, ya citado. Merece especial atención el interesante epílogo de Anguita Virella, titulado "La teoría de Alfred Wegener y la nueva geología".
(671) Con varios libros editados y 215 publicaciones científicas, Bergel demostró que la lepra no es una patología infecciosa, ni contagiosa, ni está causada por el bacilo de Hansen, ni tampoco se trata con antibióticos, sino que la produce el "estrés oxidativo" y, por lo tanto, se cura con antioxidantes (Una doctrina terapéutica basada en los procesos de óxido-reducción. Su aplicación en el tratamiento de la lepra, en Revista Argentina de Dermatosifilología, 1947, vol.87, pg.513; Metabolic Theory of Leprosy, Diorky Editores, Madrid, 1998; R.Vijayaraghavan y otros: Protective role of vitamine E on the oxidative stress in Hansen's disease (leprosy) patients, en European Journal of Clinical Nutrition, 2005, vol.59, pgs.1121 y stes.; R.Vijayaraghavan y otros: Vitamin E reduces reactive oxygen species mediated damage to bio-molecules in leprosy during multi-drug therapy, en Current Trends in Biotechnology and Pharmacy, 2009, vol.3, pg.4).
(672) Margulis: Planeta simbiótico, cit., pgs.41 y 43
(673) M.Popovic y otros: Detection, isolation and continuous production of cytopathic retroviruses (HTLV-III) from patients with AIDS and pre-AIDS; M.G. Sarngadharan y otros: Antibodies reactive with human Tlymphotropic retroviruses (HTLV-III in the serum of patients with AIDS); R,C. Gallo RC y otros: Frequent detection and isolation of cytopathic retroviruses (HTLV-III) from patients with AIDS and at risk for AIDS; y J.Schüpbach y otros: Serological analysis of a subgroup of human Tlymphotropic retroviruses (HTLV-III) associated with AIDS, en Science, 1984, vol.224, pgs. 497 y stes. Moisés Gorodezky ha relatado varios fraudes en la investigación médica: Investigación médica, ¿verdad o mentira, en Anales Médicos, vol.39, 1994, pgs.37 y stes.
(674) El 31 de marzo de 1987, en una reunión en la Casa Blanca, Reagan y Chirac acordaron presentar a Montagnier y Gallo como codescubridores del VIH y repartirse por mitades el botín obtenido por los tests de detección del SIDA, que entre 1985 y 1992 ascendió a unos 50 millones de dólares, de los que Gallo recibiría unos 100.000 dólares cada año hasta 2002, al igual que Popovic y Sarngadharan, cuyos nombres también constan en la patente del test. En 1994 se renegoció aquel acuerdo al más alto nivel, pero el reparto de los royaltis continuó, resultando desfavorable a los franceses, obligados a repartir lo que les pertenece. Descubierto el fraude de Gallo, en 2008 el Premio Nobel de Medicina se le concedió a Montagnier y Barré-Senoussi en exclusiva.
(675) En su libro *Fear of the invisible. How scared should we be of viruses and vaccines, HIV and AIDS* ("Miedo a lo invisible. Qué miedo debemos tener a virus y vacunas, VIH y SIDA"), Janine Roberts publicó los documentos originales de la actuación fraudulenta de Gallo. Para más información: John Crewdson: The great AIDS quest, en *Chicago Tribune*, 19 de noviembre de 1989; Sida: la grande quête d'un virus, Husher, París, 1990; y Science fictions: A scientific mystery. A massive cover-up and the dark legacy of Robert Gallo, Back Bay Books, 2003.
(676) E.Pedrinaci y C.Gil: Biología y geología. Proyecto Ecosfera, SM, Madrid, 2007.
(677) Yuri V.Knorozov: A brief summary of the studies of the ancient maya hieroglyphic Writein in the Soviet Union, Publishing House of USSR Academy of Sciences, Moscú, 1955; y S.Socina: La América precolombina en las obras de los historiadores soviéticos, en América Latina, Academia de Ciencias de la URSS, 1978, núm. 4, pgs. 5 a 21.
(678) Antoine Danchin: "Sílice, basófilos y comités de lectura", en Mundo Cientifíco, 193, setiembre de 1998, pgs.59-61.
(679) Joanne P. Sharp: Condensing the Cold War: Reader's Digest and american identity, University of Minnesota Press, 2000.
(680) The CIA and the intellectuals, en The New York Review of Books, 20 de abril de 1967 (Cfr. Claude Julien: El imperio americano, Nova Terra, Barcelona, 1969, pg.338).
(681) El imperio americano, cit., pg.320.
(682) R.O.Whyte: Crop production and environment, Faber and Faber Limited, Londres, 1946.
(683) P.S.Hudson y R.H.Richens: The new genetics in the Soviet Union, Cambridge, 1946.
(683b) Conway Zirkle (ed.): Death of a science in Russia. The fate of genetics as described in Pravda and elsewhere, Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 1949; del mismo autor: Evolution, marxian biology and the social scene, Philadelphia, University of Pennsylvania Press,

Philadelphia, 1959.
(684) Scientist in Russia, cit., pgs.106 y stes.
(685) El tiempo en la biología, UNAM, México, 1967, pg.16.
(686) Ochotorena: Tratado elemental de biología, cit., pgs. 256 y 257 (Cfr. Arturo Argueta Villamar, R.Noguera y R.Ruiz Gutiérrez: La recepción del lysenkismo en México, en Asclepio, vol.55, núm.1, 2003).
(688) Después de estudiar en Jarkov, Mechnikov tuvo que abandonar Rusia en 1882, recorriendo Europa hasta que Pasteur le llamó en 1888 para formar parte de su instituto. Había comenzado sus estudios como microbiólogo, descubriendo la fagocitosis, que luego trasladó a la inmunología para explicar el funcionamiento de los macrófagos. En la URSS estuvo considerado como uno de los fundadores de la paleontología, por sus experimentos con chimpancés y monos catarrinos (Niesturj: El origen del hombre, cit, pg.40). Además realizó aportaciones decisivas sobre la inflamación (1892) y participó en la larga controversia con Erhlich, Landsteiner y demás partidarios de la teoría humoral en inmunología. En 1908 recibió el Premio Nobel. Cfr.A.Delaunay: Pasteur y la microbiología, Diana, México, 1966, pgs.83 y stes.; Paul de Kruif: Los cazadores de microbios, Porrúa, México, 2010, pgs.203 y stes.
(689) Serge Metalnikov: Role du système nerveux et des facteurs biologiques et psychiques dans l'immunité, Masson, Paris, 1934.
(690) Un breve bosquejo de la actividad nerviosa superior, en Psicología reflexológica, Paidós, Buneos Aires, 1963, pg.7.
(691) http://www.faustinocordon.org/libro_inmunidad.php. La obra de Cordón es la ya citada Inmunidad y automultiplicación proteica, que también se puede consultar en internet en: http://www.faustinocordon.org/libros/inmunidad/inmunidad_1_1-45.pdf.
(693) Jean Claude Barreau: De l'inmigration en géneral et de la nation française en particulier, Le Pré aux Clercs, Paris, 1992, pgs.133 y stes.
(694) Cornwell: Los científicos de Hitler, cit., pg.377; Jose Luis Peset: Ciencia y marginación. Sobre negros, locos y criminales, Crítica, Barcelona, 1983, pg.76.
(695) Orientaciones de la biología, cit., pgs.25 y 29.
(696) Cfr. El caso Lysenko, cit., pgs.107 y stes.
(697) Jeanne Lévy: L'oeuvre de Lyssenko et l'evolution de la génétique, en La Pensée, núm. 21, noviembre-diciembre de 1948.
(698) Biologie et marxisme, cit., pgs.170 y stes.; también en Darwin y el darvinismo, cit., pg.128.
(699) Ciencia falsa y pseudo ciencias, cit., pgs. 43 y stes.; también en L'atomisme, cit.
(700) Jean Rostand y André Tetry: La vida, Labor, Barcelona, 1972, pgs.421 y stes.
(701) José María Riol Cimas: El asunto Lysenko, en La Opinión de Tenerife, 19 y 21 de abril de 2008 (http://www.laopinion.es/secciones/noticia.jsp?pRef=2008042100_24_141643__2C-asunto-Lysenko)
(702) American hegemony and the postwar reconstruction of science in Europe, MIT Press, 2006.
(703) R.M. Burian y J.Gayon: The CNRS Laboratories at Gif sur Yvette, http://www.histcnrs.fr/Burian-Gayon.html; R.M. Burian, J.Gayon y D.T.Zallen: The singular fate of genetics in the history of french biology, 1900-1940, Journal of History of Biology, vol.21, 1988, pgs. 357 y stes.; R.M.Burian: French contributions to the research tools of molecular genetics, 1945-1960, en C.Bénichou y J.L.Fischer (eds.): Histoire de la génétique, Vrin, Paris, 1989; Doris T.Zallen: The Rockfeller Foundation and french research, en Cahiers pour l'histoire du CNRS, vol.5, 1989.
(703b) Jean-François Picard: Un demi-siècle de génétique de la levure au CNRS, de la biologie moléculaire à la génomique, en La revue pour l'histoire du CNRS (http://histoire-cnrs.revues.org/539).
(703c) Financiados por la Fundación Rockefeller, Theodor Svedberg (1884-1971) desarrolló el ultracentrifugado en 1924 y posteriormente su discípulo Arne Tiselius la electroforesis. Se trata de procedimientos para separar los componentes de las proteínas aprovechando sus cargas eléctricas y el medio en el que se encuentran (pH). El campo eléctrico las polariza, desplazándolas. Inicialmente

las revistas de bioquímica no aceptaron los primeros artículos de los investigadores suecos basados en este procedimiento porque les parecían experimentos sobre física, ajenos a la biología.
(704) María Jesús Santesmases: ¿Artificio o naturaleza? Los experimentos en la historia de la biología, en Theoria, vol. 17, 2002, pg.290.
(705) Bernardo Fantini: Jacques Monod y los orígenes de la biología molecular, en Mundo Científico, núm.101, abril de 1990, pgs.440 y stes.
(706) Le hasard et la nécessité, cit., pg.67.
(707) Como bien afirma Barthelemy-Madaule en su crítica de la obra de Monod: “Se puede combatir una filosofía, pero nadie tiene derecho a deformarla” (La ideología del azar y de la necesidad, Barral, Barcelona, 1974, pgs.127 y 138).
(708) Le hasard et la nécessité, cit., pgs.204-206.
(709) La lógica de lo viviente, cit., pg.174.
(710) La révolution de l’évolution, cit., pgs. 201 y stes.; L’éternel retour de Lyssenko, Copernic, Paris, 1978; y Lyssenko et le lyssenkisme, Presses Universitaires de France, 1988.
(711) L’affaire Lyssenko, cit., pg.99.
(712) Rise and Fall of T.D.Lysenko, Columbia University Press, 1969.
(713) The Lysenko affair, cit.
(714) La ciencia soviética, cit., pg.12.
(715) La crisis del transformismo, cit., pgs.273 y stes.
(716) Introducción a El ‘caso Lysenko’, Anagrama, Barcelona, 1974, pg.9.
(717) V.M.Zubok: Un imperio fallido. La Unión Soviética durante la guerra fría, Crítica, Barcelona, 2007, pg.201.
(718) Live polio vaccine in the USSR, en British Medical Journal, 18 de febrero de 1961, pg.485; S.Benison: International Medical Cooperation: Dr. Albert Sabin, Live poliovirus vaccine and the soviets, en Bulletin of the History of Medicine vol.56, 1982, pgs.460 y stes.; Domokos Boda: 50 years ago. Polio epidemics, immunisation and politics, en British Medical Journal, vol.340, 6 de enero de 2010. Sabin también probó su vacuna en la cárcel de Chillicothe, Ohio, y en un centro para niños deficientes. De origen polaco, Sabin era primo de Saul Krugman, que en 1957 creó una vacuna contra la hepatitis B experimentando con niñ en el reformatorio público de Willowbrook.
(718b) A.B.Sabin: Role of my cooperation with soviet scientists in the elimination of polio: Possible lessons for relations between the USA and the USSR, en Perspectives in Biology and Medicine, vol.31, 1987, pgs.57 y stes.
(718c) Pocos meses antes de la explosión de Kishtym, el 8 de octubre de 1957, se había producido otra explosión en la central nuclear de Windscale, en Gran Bretaña, un reactor cuyo objetivo era producir plutonio para los submarinos nucleares de la marina de guerra. Como en Chernobil, un incendio en la planta de producción de plutonio estuvo a punto de fundir el reactor. Solo el día 12 se consiguió apagar el fuego. Se escaparon grandes cantidades de elementos radiactivos. Como la instalación era secreta, consiguieron que la noticia no se filtrara y el informe de la investigación realizada sobre este accidente nunca se ha publicado por completo (El País, 2 de enero de 1988). Tardaron cinco días en evacuar a la población.
(719) La ciencia soviética, cit., pgs.331 y stes.
(720) Assomption Vloebergh: Medida de la inteligencia. El debate vuelve a la actualidad, en Mundo Científico, núm.6, setiembre de 1981, pgs.604 y stes.
(721) En 1976 Oliver Gillie publicó en el *Sunday Times* un artículo en el que ponía en duda la integridad científica del psicólogo Cyril Burt, el impulsor de los tests de inteligencia. Luego se descubrió que Burt manipuló sus supuestas investigaciones aprovechando su posición de editor de la revista *British Journal of Statistical Psychology*.
(722) Locos a la fuerza. La odisea de los científicos rusos encerrados en hospitales psiquiátricos, Destino, Barcelona, 1973.
(723) Trebeschi: Historia del pensamiento científico, cit., pgs.280-281.
(724) Milton Wainwright: Biological control of microbial infections and cancer in humans: historical use to future potential, en Biocontrol Science and Technology, vol.4, 1994, pgs.123 y

stes.; The return of the cancer germ, en SGM Quarterly, vol.22, 1995, pgs.48 y stes.; Extreme pleomorphism and the bacterial life cycle: a forgotten controversy, en Perspectives in Biology and Medicine, vol.40, 1997, pgs.407 y stes.; Historical and recent evidence for the existence of mitogenetic radiation, en Perspectives in Biology and Medicine, vol. 41, 1998, pgs.565–571.; Nanobacteria and associated 'elementary bodies' in human disease and cancer, en Microbiology, vol. 145, 1999, pgs.2623 y 2624; Forgotten microbiology. Back to the future, en Microbiology Today, vol.27, febrero de 2000; Early history of microbiolgy, en Advances in Applied Microbiology, vol. 52, 2003, pgs.8 y 9.
(725) The extended phenotype. The long reach of the gene, Oxford University Press, 1999.
(726) Ingeniería genética, cit., pg.80.
(727) Las fronteras de la vida, cit., pg.298.
(728) S.Luria y M.Delbrück: Mutations of bacteria from virus sensitivity to virus resistance, en Genetics, vol. 8, 1943, pgs.491 y stes.; Joshua Lederberg y Esther M. Lederberg: Replica plating and indirect selection of bacterial mutants, en Journal of Bacteriology, 1952, vol.63, pgs.399 y stes.; Sinnott, Dunn y Dobzhansky, Principios de genética, cit., pgs.282 y 283; Denis Corpet: Los microbios presentan resistencia, en Mundo Científico, núm.98, enero de 1990, pgs.20 y stes.
(729) Nichols: Introducción a la genética veterinaria, cit., pg.215.
(730) Nichols: Introducción a la genética veterinaria, cit., pg.207 y stes. La mixomatosis es una enfermedad viral que sólo ataca a los conejos a través de mosquitos y pulgas. El virus es originario de Latinoamérica donde, como resultado de la coevolución, los conejos locales viven adaptados al virus. Pero cuando éste se introdujo en Australia causó 500 millones de bajas en dos años, hasta que los conejos adquirieron resistencia, volviendo a elevarse la población a unos 300 millones a finales del siglo pasado. Australia tuvo que utilizar otro virus como medio de exterminio: el que causa la enfermedad hemorrágica del conejo. El primer brote se produjo en China en 1984, llegando a Europa hacia 1998, donde causó estragos en la cunicultura. Pero a los dos meses en Australia el virus acabó con 10 millones de ejemplares. Para el año 2003 la enfermedad hemorrágica había diezmado las filas invasoras de muchas regiones de Australia en más de un 85 por ciento.
(731) E.K.Markell y Marietta Vogue: Parasitología. Diagnóstico, prevención y tratamiento, El Manual Moderno, México, 1984, pg.1.
(732) "Los que abusen de la penicilia serán moralmente responsables de la muerte de los pacientes que sucumban a las infecciones de gérmenes resistentes. Espero que se evite esta plaga" (Fleming, New York Times, 26 de junio de 1945).
(733) El País, 29 de mayo de 2007. Más de la mitad de la ingesta de antibióticos es innecesaria. El mayor porcentaje de abuso se da en las afecciones respiratorias, cuyo origen es casi siempre viral y se curan sin necesidad de fármacos. De ahí que cuando se diseminan la gripe y el resfriado, el abuso innecesario de antibióticos asciende al 70 por ciento. Los más afectados son los niños: cerca del 30 por ciento del consumo total de antibióticos se destina a los menores de 10 años.
(734) J.Prieto Prieto y J.L.del Valle: Factores de patogenicidad de bacterias anaeróbicas, en Infecciones por anarerobios 100 años después, Beecham, 1994, pgs.25 y stes.
(735) Esta rectificación de última hora de Pasteur no está bien acreditada. La primera referencia documental a la misma apareció en 1956 en la obra del húngaro Hans Selye *The stress of life*, pero contiene un error: figura como interlocutor A. Renon, que era la persona que le acompañaba en ese momento. Pero el nombre de Renon era Louis, un miembro de la Sociedad de Biología. Es muy posible que sea otra de las "confesiones privadas" de Pasteur. Cuando tras la muerte de Claude Bernard se publicaron algunas de sus obras inéditas, Pasteur se sintió traicionado por alguien que creía defensor de sus tesis. Sin embargo, Bernard era partidario de Béchamp: consideraba que el origen de los microbios y las infecciones radicaba en el "medio interior".
(736) R.Gálvez, M.Delgado y J.F.Guillén: Infección hospitalaria, Universidad de Granada, 1993, pgs.83-84.
(737) En un ejercicio de panglosismo típico, Milstein califica de "darwinista" este proceso de inmunización, como si fuera un proceso de selección natural. Sostiene que sólo sobreviven unos pocos linfocitos B de entre muchos. Pero ni los linfocitos están vivos, ni se trata de un proceso de

selección natural porque no tiene nada que con ver con la supervivencia (Conferencia en la Universidad de Buenos Aires, 15 de diciembre de 1999, http://www.bl.fcen.uba.ar/Milstein.pdf).
(738) Evolución y variación vegetal, cit., pg.222.
(739) Según Prenant el citoplasma celular es más estable que el núcleo y sufre menos las influencias del entorno. De acuerdo con este enfoque, la herencia citoplasmática es la responsable principal de las características fundamentales del organismo, es decir, de aquellos rasgos que distinguen las especies superiores, mientras que la herencia nuclear es responsable sólo de los aspectos más superficiales organismo: "Los caracteres hereditarios más fundamentales dependen esencialmente del citoplasma y de sus localizaciones germinales. La herencia de base material nuclear, que es más conocida, y sobre la que, por esta razón, normalmente se atiende más, no tiene, no hay que olvidarlo, más que un papel secundario" (Biologie et marxisme, cit., pgs.156-157, 172-173 y 187-188). Morgan discutió esta teoría: Embriología y genética, cit., pg.167. Actualmente se sabe que el ADN mitocondrial participa en funciones tan importantes, como el desarrollo embrionario y el control de la apoptosis (muerte celular programada).
(740) Margulis: Planeta simbiótico, cit., pg.31.
(741) Yuri O.Chernoff: From molecular tumors to protein genes and back, en Prion, vol.1, 2007, pg.1; del mismo autor: Replication vehicles of protein-based inheritance, en Trends in Biotechnology, vol.22, 2004, pgs. 549 a 552; R.B. Wickner y otros: Prions in Saccharomyces and Podospora spp.: Protein-Based inheritance, en Microbiology and Molecular Biology Reviews, vol.63, 1999, pgs. 844 y stes.; Susan Lindqvist y otros: Investigating protein conformation-based inheritance and disease in yeast, en Philosophical Transactions of the Royal Society of London, vol.356, 2001, pgs.169 y stes.; Fabienne Malagnac y Philippe Silar: Regulation, cell differentiation and protein-based inheritance, en Cell cycle, vol. 5, 2006, pgs. 2584 y stes.; D.M.Fowler y otros: Functional amyloid, from bacteria to humans, en Trends in Biochemical Sciences, vol.32, 2007, pgs.217 y stes; S.K. Maji y otros: Functional amyloids as natural storage of peptide hormones in pituitary secretory granules, en Science, vol. 325, 2009, pgs.328 y stes.; C.P.J.Maury: The emerging concept of functional amyloid, en Journal of Internal Medicine, vol.265, 2009, pgs.329 y stes.; Jed J.W.Wiltzius y otros: Molecular mechanisms for protein-encoded inheritance, en Nature Structural & Molecular Biology, vol.16, 2009, pgs. 973 y stes.
(742) La lactosa es un disacárido reductor que prácticamente sólo es posible encontrar en la leche. En la de vaca en un procentaje próximo al cinco por ciento, mientras que en la leche humana, la de mayor contenido de lactosa de todas las especies, la concentración es de alrededor del siete. Solamente está ausente en la leche de algunas focas. Para penetrar en las células se debe convertir en dos monosacáridos mediante el siguiente proceso de hidrólisis: lactosa + H_2O → glucosa + galactosa. La lactasa o β-galactosidasa que precipita esta reacción está en la superficie externa del epitelio intestinal. Una vez sintetizados, los dos monosacáridos pasan de las células a la sangre y de ahí a los tejidos (Nelson y Cox: Principios de bioquímica, cit., pgs.303, 550 y 551).
(743) Barry G. Hall: Adaptive evolution that requires multiple spontaneous mutations, en Genetics, vol. 120, 1988, pgs.887 y stes.; del mismo autor: Experimental evolution of ebg enzyme provides clues about the evolution of catalysis and to evolutionary potential, en FEMS Microbiology Letters, vol. 174, 1999, pgs.1 y stes.
(744) J.Cairns, J.Overbaugh y S.Miller: The origin of mutants, en Nature, vol. 335, 1988, pg.145. La mutación de la secuencia *ebg*, un operón cuya función se desconoce, habilita a la bacteria para que metabolice la lactosa. Este operón parece ser el núcleo de las mutaciones adaptativas. Su crecimiento se produce en la secuencia genómica *lacZ* de la β-galactosidasa. A causa de ello, se la considera como una β-galactosidasa evolucionada, un ejemplo de evolución en acción. Cuando a una población de *Escherichia coli* se la priva de carbono en presencia de lactosa se producen continuas mutaciones (en los codones 92 y 977) de la secuencia *ebgA* (que codifica para la *ebg* β-galactosidasa). Estas son las únicas mutaciones que se observan en *ebgA*, que no se encuentran cuando a las bacterias se las somete a otras condiciones ambientales adversas diferentes. Además, las mutaciones se encuentran también en otras secuencias, lo que sugiere que afecta a todo el genoma y no sólo a tramos concretos del mismo.

(745) V. López-Rodas, E. Maneiro y E.Costas: Adaptation of cyanobacteria and microalgae to extreme environmental changes derived from anthropogenic pollution, en Limnetica, vol.25, 2006, pgs.403 y stes.
(745b) Zhang, Zhongge y Milton H. Saier Jr.: A mechanism of transposon-mediated directed mutation, en Molecular Microbiology, vol.74, 2009, pgs. 29 y stes.
(745c) The significance of responses of the genome to challenge, en Science, vol.16, noviembre de 1984 (http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1983/mcclintock-lecture.pdf)
(746) E.M.Radl: Historia de las teorías biológicas.2. Desde Lamarck y Cuvier, Alianza Editorial, Madrid, 1988, pg.303. El primero en destacar el verdadero significado de la inmunología fue el lamarckista francés Felix Le Dantec (Éléments de philosophie biologique, cit.)
(747) P.L.Foster y J. Cairns: Mechanisms of directed mutation, en Genetics, vol. 131, 1992, pgs.783 y stes.; Spencer Benson: Adaptive mutation: A general phenomenon or special case?, en BioEssays, vol.19, 1997, pgs. 9 y stes.; Bruce R. Levin y Carl T. Bergstrom: Bacteria are different: Observations, interpretations, speculations, and opinions about the mechanisms of adaptive evolution in prokaryotes, en Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 97, 2000, pgs. 6981 y stes.; Brisson, D.: The directed mutation controversy in an evolutionary context, en Critical Reviews in Microbiology, vol.29, 2003, pgs.25 y stes.; P.L.Foster: Adaptive mutation in Escherichia coli, en Journal of Bacteriology, vol.186, 2004, pgs.4846 y stes.; M. E. Pettersson y otros: The amplification model for adaptive mutation: Simulations and analysis, en Genetics, vol.169, 2005, pgs.1105 y stes.
(748) Richard P.Novick: Plásmidos, en Investigación y Ciencia, núm.53, febrero de 1981, pg.49.
(749) J.Darnell, H.Lodish y D.Baltimore: Biología celular y molecular, Labor, Barcelona, 1988, pg.1173.
(750) Luria: Virología general, cit., pg.360.
(751) Alla Katsnelson: DNA sequence may be lost in translation, en Nature News, 5 de noviembre de 2010 (http://www.nature.com/news/2010/101105/full/news.2010.586.html); Erika Check Hayden: Cells may stray from 'central dogma', en Nature News, 19 de mayo de 2011 (http://www.nature.com/news/2011/110519/full/news.2011.304.html).
(751b) Geoffrey M.Cooper: La célula, Marbán, Madrid, 2002, pg.102.
(752) Le hasard et la nécessité, cit., pgs.144-145.
(753) Con 133 artículos científicos publicados, repletos de originalidad, Beljanski fue uno de los más grandes biólogos del siglo pasado, lo que no le libró de que su biografía y la de su mujer, Monique, copartícipe de sus investigaciones, se convirtiera en un remedo contemporáneo de la de Giordano Bruno. Nacido en la Voivodina serbia, la antigua Yugoeslavia, **Mirko Beljanski** (1923-1998) se trasladó a Francia en 1945, redactando su tesis doctoral bajo la dirección de Macheboeuf en el Instituto Pasteur. Las dificultades para Beljanski empezaron cuando Macheboeuf falleció en 1953, asumiendo Monod la dirección del Instituto. Las investigaciones del yugoeslavo contradecían las tesis que habían llevado a Monod al Premio Nóbel. Se trasladó a Nueva York, donde prosiguió su labor bajo la dirección de Severo Ochoa entre 1956 y 1958. Fue uno de los descubridores de la transcriptasa inversa, pero Monod obstaculizó la financiación de sus investigaciones, por lo que abandonó el Instituto Pasteur en 1978. Tuvo que continuar trabajando en un pequeño laboratorio de la Facultad de Farmacia de Châtenay-Malabry, donde descubrió el RLB (Remonta Leucocitos Beljanski o *Real Build*) y el PB-100 (Flavopereirina) extraido del **Pao pereira**, una planta originaria de América Latina, con la que creó un **tratamiento anticancerígeno con resultados espectaculares que alargaron la vida al propio Presidente de la República Francesa, Mitterrand**. En 1989 comenzaron los contrataques. Howard Temin tuvo que ser obligado a rectificar cuando pretendió ignorar en sus artículos la prelación de Beljanski en el descubrimiento de la transcriptasa inversa en bacterias. Un siglo después el informe Flexner seguía causando estragos con el matrimonio Beljanski. Presionado por la industria famaceútica, el Ministerio francés de Salud le acusó de ejercer la medicina y la farmacia ilegalmente. Se inició un primer proceso en su contra que se resolvió en 1994 con una condena simbólica, a la que siguió inmediatamente otra

denuncia con su secuela de allanamientos por parte de la policía, acompañados de la correspondiente catarata de noticias calumniosas en los medios de comunicación, incluida la tenencia de plutonio radiactivo. El fisco también se puso en marcha, reclamando fabulosas cantidades de dinero en concepto de impuestos impagados. Dos años después los jueces recibieron una tercera denuncia anónima que desencadenó otros 60 registros simultáneos en domicilios y laboratorios así como escuchas telefónicas con un fantástico despliegue de medios represivos. Fuerzas antidisturbios detuvieron a Beljanski con 73 años y a su mujer Monique, coautora de sus descubrimientos. A ambos el juez les privó de su pasaporte y les prohibió hablar y escribir. Las medicinas fueron confiscadas, los laboratorios desmantelados y la policía reclamó la destrucción de los documentos relativos a sus investigaciones, así como los informes médicos sobre los tratamientos administrados a sus pacientes. Amordazado y asqueado, su vida se apagó pero no sus escritos, que son un modelo de probidad científica. En 2001 los tribunales condenaron a su esposa pero a su vez el Tribunal de Estrasburgo condenó a Francia por las dilaciones del proceso. Al año siguiente, un tribunal de apelación revocó parcialmente la sentencia contra su esposa. Pero la moderna Inquisición seudocientífica ya había cumplido con su papel.
(754) Eric Nisbet-Brown y Thomas G. Wegmann: Is acquired immunological tolerance genetically transmissible?, en Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 78, 1981, pgs.5826 y stes.
(755) El primero aparece firmado por L.Brent, L.S.Rayfield, P.Chandler, W.Fierz, P.B.Medawar y E.Simpson, y el segundo por A.McLaren, P.Chandler, M.Buehr, W.Fierz y E. Simpson, ambos en Nature, vol. 290, 1981, pgs.508 y stes. Al año siguiente la casacada de artículos críticos contra Steel no paró: cfr. L. Brent y otros: Further studies on supposed lamarckian inheritance of immunological tolerance, en Nature, vol. 295, 1982, pgs. 242 y stes.
(756) Antoine Danchin: Una revolución lamarquiana en inmunología, en Mundo Científico, núm.1, marzo de 1981, pgs.68 y stes.
(757) E.J.Steele: Lamarck and immunity: a conflict resolved, en New Scientist, vol.190, 1981, pgs.360 y 361.
(758) C.Pittoggi y otros: Generation of biologically active retro-genes upon interaction of mouse spermatozoa with exogenous DNA, en Molecular Reproduction and Development, vol.73, 2006, pgs. 1239 y stes.
(759) La célula viva, cit., pg.314.
(760) La célula viva, cit., pgs.315 y 316.
(761) La célula viva, cit., pg.343.
(762) Biología y conocimiento, cit., pgs.90 y stes.
(763) El nacimiento de la epigenética, en Investigación y Ciencia, Temas 38, 2004, pg.53.
(764) L.H. Lumey: Decreased birthweights in infants after maternal in utero exposure to the Dutch famine of 1944-1945, en Paediatric and Perinatal Epidemiology, vol.6, 1992, pgs.240 y stes.; L. H. Lumey y F. W. A. Van Poppel: The dutch famine of 1944–45: Mortality and morbidity in past and present generations, en Social History of Medicine, vol.7, 1994, pgs.229 y stes.; Rosalind M. John y M. Azim Surani: Agouti germ line gets acquisitive, en Nature Genetics vol.23, 1999, pgs.254 y stes.; T.J.Roseboom: Coronary heart disease after prenatal exposure to the Dutch famine, 1944–45, en Heart, vol.84, 2000, pgs.595 y stes.; T.J.Roseboom y otros: Effects of prenatal exposure to the Dutch famine on adult disease in later life: an overview, en Molecular and Cellular Endocrinology, vol.185, 2001, pgs.93 y stes.
(765) M.Pembrey: Imprinting and transgenerational modulation of gene expression: human growth as a model, en Acta Geneticae Medicae et Genellogiae, vol.45, 1996, pgs.111 y stes.
(766) G.Kaati, L.O. Bygren y S.Edvinsson: Cardiovascular and diabetes mortality determined by nutrition during parents' and grandparents' slow growth period, en European Journal of Human Genetics, vol.19, 2002, pgs.682 y stes.; G.Kaati, L.O.Bygren, M.Pembrey y M.Sjöström: Transgenerational response to nutrition, early life circunstances and longevity, en European Journal of Human Genetics, vol. 15, 2007, pgs.784 y stes.
(767) R.A. Waterland y R.A. Jirtle, Transposable elements: targets for early nutritional effects on epigenetic gene regulation, Molecular and Cellular Biology, vol.23, 2003, pgs.5293 y stes.; New

Scientist, 9 de agosto de 2003, pg.14.
(768) Los micro ARN no se pueden confundir con los piARN (*piwi-interacting RNA*), que son otra clase de ARN regulador que tiene secuencias más largas que el micro ARN y cuya función consiste en silenciar la actividad de los transposones.
(769) Lacadena: Citogenética, cit., pg.491.
(770) Frank Lyko y otros: The honey bee epigenomes: Differential methylation of brain DNA in queens and workers, PLoS Biology, noviembre de 2010.
(771) Pedro Laín Entralgo: El cuerpo humano, cit., pg.93.
(772) Irmgard Roemer y otros: Epigenetic inheritance in the mouse, en Current Biology, vol. 7, 1997, pgs.277 y stes.; S.Varmuza: Epigenetics and the renaissance of heresy, en Genome, vol. 46, núm. 6, diciembre de 2003; David Haig: Weismann Rules! OK? Epigenetics and the lamarckian temptation, en Biology and Philosophy, vol.22, 2007; Jörg Tost (ed.): Epigenetics, Norfolk, 2008; Sharon Begley: Transgenerational epigenetics is the 'new lamarckism', en Newsweek, 26 de enero de 2009; Kara Rogers: The rebirth of lamarckism (The rise of epigenetics), Encyclopædia Britannica Blog, 25 de febrero de 2009.
(773) E.B.Ford: Mendelismo y evolución, Labor, 2ª Ed., Barcelona, 1973, pgs.33 y stes.
(774) El genoma oculto, en Investigación y Ciencia, Temas 38, 2004, pg.46.
(775) Florian Maderspacher: Lysenko rising, en Current Biology, vol.20, 12 de octubre de 2010.
(775b) Meredith Wadman: Study discloses financial interests behing papers, en Nature, vol. 385, 30 de junio de 1997.
(776) http://themarscontroversy.wordpress.com/2010/09/21/bill-clinton-on-alh84001/
(777) Fabricantes de epidemias. El mundo secreto de la guerra biológica, Siglo XXI, Madrid, 2002, pg.147.
(778) Dubinin, Genética general, cit., tomo II, pg.261.

Otra bibliografía es posible

Obras de Lysenko:

- La herencia y su variabilidad, La Habana, 1946.
- Heredity and its variability, King's Crown Press, Nueva York, 1946.
- Soviet Biology: Report to the Lenin Academy of Agricultural Sciences, Moscú, 1948 (también en Birch Books, Londres, 1948)
- The science of biology today, International Publishers, 1948.
- New developments in the science of biological species, Foreign Languages Publishing House, Moscú, 1952.
- Agrobiology. Essays on Problems of Genetics, Plant Breeding and Seed Growing, Foreign Languages Publishing House, Moscú, 1954.
- Agrobiologie. Arbeiten über Fragen der Genetik, der Züchtung und des Samenbaus, Verlag Kultur und Fortschritt, Berlin, 1951.
- Agrobiologie. Génétique, sélection et production des semences, Éditions en Langues Étrangères, Moscú, 1953.
- Soil nutrition of plants, Foreign Languages Publishing, Moscú, 1957.
- Two lines in the natural sciences, Progressive Books and Periodicals, Dublin, 1970.

Documentos:

- Academia Lenin de Ciencias Agrícolas de la URSS: La situación en las ciencias biológicas. Actas taquigráficas de la sesión de la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas de la URSS. 31 de julio-7 de agosto de 1948, Editorial Sendero, Buenos Aires, 1949.
- Benoit,J., M.Stroun, J.Stroun y P. Leroy: Sur l'hybridation végétative, en Biologie Médicale, núm.4, julio-agosto de 1963.

- Federoff, N. y D.Botstein (Eds.): The dynamic genome: Barbara McClintock's ideas in the century of genetics, Cold Spring Harbor Press, 1992.
- Koestler, Arthur: El abrazo del sapo, Ayma, Barcelona, 1973.
- Michurin, Ivan V.: Selected works, Foreign Languages Publishing House, Moscú, 1949.
- Michurin, Ivan V.: La hibridación vegetativa y los mentores, Ediciones en Lenguas Extranjeras, Moscú, 1957.
- Michurin, Ivan V.: Obras escogidas, Editorial Mir, Moscú, 1967.
- Murneek, A. E. y R. O. Whyte: Vernalization and photoperiodism: A symposium, Chronica Botanica, Waltham, Massachusets, 1948.
- Safonov, Vadim A.: El país verde, Futuro, Buenos Aires, 1945.
- Lamarck e il lamarckismo: Atti del Convegno, Napoli, 1-3 dicembre 1988, La Città del Sole, 1995.

Obras lysenkistas:

- Bacarev, A.N., Miciurin grande trasformatore della natura, Universale Economica, Milano, 1953.
- Bui Huy Dap: Le mitchourinisme dans l'agronomie du Vietnam, en La Nouvelle Critique, núm.52, febrero de 1954.
- Clements, Frederic y otros: Adaptation and origin in the plant world: The role five years of soviet natural science, Foreign Languages Publishing House, Moscú, 1944.
- Fraser, Allan: Animal husbandry heresies, Crosby Lockwood & Son Ltd., Londres, 1960.
- Fish, Gennadi: A People's Academy, Foreign Languages Publishing House, Moscú, 1949.
- Fyfe, James: The soviet genetics controverse, en The Modern Quaterly, 1947, vol.2, núm.4.
- Fyfe, James: Lysenko is right, Lawrence and Wishart, Londres, 1950.
- Hollitscher, Walter: Wissenschaftlich betrachtet 64 gemeinverständliche Aufsätze über Natur und Gesellschaft, Aufbau-Verlag, Berlin, 1951.
- Hollitscher, Walter: Rassentheorie im Lichte der Wissenschaft, Verlag Willy Verkauf, Viena, 1948.
- Hollitscher, Walter: Die Entwicklung im Universum, Aufbau Verlag, Berlin, 1951.
- Hollitscher, Walter: Die Natur im Weltbild der Wissenschaft, Globus Verlag, Viena, 1960.
- Hollitscher, Walter: Kain oder Prometheus? Zur Kritik des zeitgenössischen Biologismus, Akademie-Verlag, Berlin, 1972.
- Hollitscher, Walter y Rolf Löther: Ursprung und Entwicklung des Lebens, Akademie-Verlag, Berlin, 1984
- Hollitscher, Walter y Hubert Horstmann: Naturbild und Weltanschaung, Akademie-Verlag, Berlin, 1985.
- Hollitscher, Walter: Vorlesungen zur Dialektik der Natur, Verlag Arbeit & Gesellschaft, Marburgo, 1991.
- Khalifman, I.: Bees: A book on the biology of the bee-colony and the achievements of bee-science, Foreign Languages Publishing House, Moscú, 1951.
- Mathon, Claude-Charles: Guide mitchouriniene d'expérimentations paysannes, AFAM, Paris, 1952.
- Mathon, Claude-Charles: La pomme de terre. Essai mitchourinien, La biliothèque fraçaise, Paris, 1953.
- Mathon, Claude-Charles: La greffe végétale, Presses Universitaires de France, 1959.
- Mathon, Claude-Charles: La vie des plantes. Ecologie végétale, Presses Universitaires de France, 1966.
- Mathon, Claude-Charles: Biogéographie des plantes alimentaires de ramassage en Europe de l'Ouest (Écologie et biogéographie), Faculté des sciences, 1983.
- Mathon, Claude-Charles: L'origine des plantes cultivées: Phytogéographie Appliquée, Masson, 2007.
- Mathon, Claude-Charles y Maurice Stroun: Les céréales. Éssai mitchourinienn, AFAM, Paris, 1955.
- Mathon, Claude-Charles y Maurice Stroun: Lumière et floraison: le photopériodisme, Presses

Universitaires de France, 1960.
- Mathon, Claude-Charles y Maurice Stroun: Température et floraison (la vernalisation), Presses Universitaires de France, 1962.
- Maximov, A.N.: Fisiología vegetal, Buenos Aires, 1948.
- Molodcikov A.: Miciurin, Lysenko, Burbank trasformatori della natura, Firenze, Macchia, 1949.
- Ochotorena, Isaac: Tratado elemental de biología, Ediciones Botas, México, 1950.
- Pérez Hernández, J.M.: Problemas filosóficos de las ciencias modernas, Contracanto, Madrid, 1989.
- Scheneider, Georg: Die Evolutionstheorie. Das Grundproblem das Modernen Biologie, Deutscher Bauernverlag, Berlin, 1950.
- Scheneider, Georg: Die Evolutionstheorie: Abriß des Entwicklungsgedankens von K. F. Wolff über Darwin bei Lyssenko, Deutscher Bauernverlag, Berlin, 1951.
- Scheneider, Georg: 25 Versuche zum Verständnis der Lehre Mitschurins und Lyssenkos, Berlin/Leipzig, 1951.
- Segal, Jakob: Die dialektische Methode in der Biologie, Dietz, Berlin, 1958.
- Segal, Jacob: Mitchourin, Lyssenko et le problème de l'hérédité, Editeurs Français Réunis, Paris, 1951.
- Segal, Jacob: Miciurin, Lysenko e il problema dell'eredit, Universale Economica, Milano 1952.
- Shaw, George Bernard: The Lysenko muddle, en Labour Monthly, enero de 1949.
- Shaw, George Bernard: Behind the Lysenko controversy, en The Saturday Review of Literature, 16 de abril de 1949.
- Stoletov, V.: ¿Mendel o Lysenko? Dos caminos en biología, Lautaro, Buenos Aires, 1951.
- Stoletov, V.: Principes élémentaires de biologie mitchourinienne, Editions en Langues Étrangères, Moscú, 1951.
- Stoletov, V.N.: The fundamentals of Michurin biology, Foreign Languages Publishing House, Moscú, 1953 (también en University Press of the Pacific, 2002).
- Stroun, Maurice: Contribution a l'étude du developpement des céréales. Le photostade, l'hibrydation végétative. Essai mitchourinien, L'Enciclopedie biologique, Paul Lechevalier, Paris, 1956.
- Stroun, Maurice, C.C.Mathon y J.Stroun: Modifications transmitted to the offspring, provoked by heterograft in Solanum melongena, en Archives des Sciences, 1963, vol.16.
- Stroun, Maurice, P.Anker, P.Maurice y P.B.Gahan: Circulating nucleic acid in higher organisms, en International Review of Cytology, 1977, vol.51.
- Stroun, Maurice, J.Lyautey, C.Lederrey, A.Olson-Sand y P.Anker: About the possible origin and mechanism of circulating DNA: apoptosis and active DNA release, en Clinica Chimica Acta, vol.313, 2001.
- Stroun, Maurice y P.Anker: Circulating DNA in higher organisms cancer detection brings back to life an ignored phenomenon, en Cellular and Molecular Biology, vol.51, 2005.
- Studitski, A.N.: Die Entwicklungslehre Von Lamarck Bis Lyssenko, Kultur und Fortschritt, Berlin, 1951.
- Tsitsin, N.: Science at the service of soviet agriculture, Foreign Languages Publishing House, Moscú, 1939.
- Vasilyev, Ivan M.: Wintering of plants, American Institute of Biological Sciences, Washington, 1961.
- Whyte R.O. y P.S.Hudson: Vernalization or the Lyssenko's method for the pre-treatment of seed, Imperial Bureaux of Plant Genetics, 1933.
- Whyte, R.O.: Crop production and environment, Faber and Faber Limited, Londres, 1946.

Clásicos incómodos:

- Baldwin, Mark J.: A new factor in evolution, en The American Naturalist, vol. 30, núm. 354, junio de 1896
- Baldwin, Mark J.: Organic selection, en Science, vol. 121, 23 de abril de 1897.

- Béchamp, Antoine: Les microzymas dans leurs rapports avec les fermentations et la physiologie, Association française pour l'avancement des sciences. Compte rendu de la 4e. session, Paris, 1876.
- Béchamp, Antoine: Microzymas et microbes. Théorie général de la nutrition et origine des ferments, Paris, 1886.
- Béchamp, Antoine: La théorie du microzyma et le système microbien, Paris, 1888 (http://www.archive.org/stream/lathoriedumicr00bc#page/n11/mode/2up).
- Bichat, Marie François Xavier: Investigaciones fisiológicas sobre la vida y la muerte, Madrid, 1827.
- Bichat, Marie François Xavier: Anatomía general aplicada a la fisiología y a la medicina, Madrid, 1831.
- Burdon-Sanderson, J.: The origin and distribution of microzymes (Bacteria) in water, and the circumstances which determine their existence in the tissues and liquids of the living body, Quarterly Journal of Microscopical Science, 1871, s2-11 (44).
- Burdon-Sanderson, J.: Lectures on the occurrence of organic forms in connection with contagious and infective diseases, en British Medical Journal, 16 de enero de 1875.
- Cordón, Faustino: Inmunidad y automultiplicación proteica, Revista de Occidente, Madrid, 1954.
- Cordón, Faustino: La biología evolucionista y la dialéctica, Ayuso, Madrid, 1982.
- Cordón, Faustino: El pensamiento de Lamarck en su contexto histórico, en Asclepio, Revista de historia de la medicina y de la ciencia, vol. 48, 1996.
- Cordón, Faustino: Historia de la bioquímica: consideración histórico-crítica de la bioquímica desde la teoría de los niveles biológicos de integración, Compañía Literaria, Madrid, 1997.
- Costantin, Julien Noël: L'hérédité acquise: ses conséquences horticoles, agricoles et médicales, Durand, Chartres, 1901.
- Costantin, Julien Noël: Le transformisme appliqué à l'agriculture tropicale. Examen critique du lamarckisme, Felix Alcan, Paris, 1906.
- Costantin, Julien Noël: Aperçu historique des progrès de la botanique depuis cent ans (1834-1934), Masson, Paris, 1934.
- Caullery, Maurice: Le parasitisme et la symbiose, Gaston Doin, Paris, 1922.
- Caullery, Maurice: Le problème de l'évolution, Payot, Paris, 1931.
- Caullery, Maurice: Les conceptions modernes de l'hérédité, Flammarion, Paris, 1935.
- Caullery, Maurice: L'embryologie, Presses Universitaires de France, Paris, 1942.
- Caullery, Maurice: Les étapes de la biologie, Presses Universitaires de France, Paris, 1948.
- Caullery, Maurice: Génétique et héredité, Presses Universitaires de France, Paris, 1960.
- Daniel, Lucien: La variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis, Masson, París, 1899.
- Daniel, Lucien: Études sur la greffe, Rennes, 1927-1930 (http://biblio.rsp.free.fr/Pdf/G1a.si.pdf, http://biblio.rsp.free.fr/Pdf/G3a.si.pdf)
- Daniel, Lucien: Les symbiomorphoses. Nouvelles recherches sur l'hybridation asexuelle, en Revue Bretonne de Botanique pure et apliquée, 1917.
- Diderot, Denis: Sobre la interpretación de la naturaleza, Anthropos, Barcelona, 1992.
- Diderot, Denis: El sueño de d'Alembert, Compañía Literaria, Madrid, 1997.
- Diderot, Denis: Éléments de physiologie, Honoré Champion, París, 2004.
- Geoffroy Saint-Hilaire, Etienne: Principios de filosofía zoológica, Cactus, Buenos Aires, 2009.
- Goethe, Johann Wolfgang: Teoría de la naturaleza, Tecnos, Madrid, 1997. (http://www.leemp3.com/leemp3/9/TEORIA%20DE%20LA%20NATURALEZA_goethe.txt)
- Goethe, Johann Wolfgang: La metamorfosis de las plantas, Valle-Inclán Elkartea, Universidad del País Vasco, Bilbao, 1994.
- Goldschmidt, Richard: Le déterminisme du sexe et l'intersexualité, Felix Alcan, 1937.
- Goldschmidt, Richard: The material basis of evolution, New York University Press, 1940.
- Gordon Childe, V.: De la préhistoire a l'histoire, Gallimard, Paris, 1961.
- Gordon Childe, V.: Los orígenes de la sociedad europea, Editorial Ciencia Nueva, Madrid, 1968.
- Gordon Childe, V.: La evolución social, Alianza Editorial, Madrid, 1973.
- Gordon Childe, V.: Orígenes de la civilización, Fondo de Cultura Económica, Madrid, 1981.

- Gordon Childe, V.: Introducción a la arqueología, Ariel, Barcelona, 1982.
- Gordon Childe, V.: Qué sucedió en la historia, Planeta-Agostini, Barcelona, 1985.
- Gordon Childe, V.: Nacimiento de las civilizaciones orientales, Planeta-Agostini, Barcelona, 1986.
- Kropotkin, Pedro: El apoyo mutuo. Un factor de la evolución, Zero, Madrid, 1970.
- Le Dantec, Felix: La matière vivante, Masson, Paris, 1895.
- Le Dantec, Felix: Lamarckiens et darwiniens, Félix Alcan, Paris, 1899.
- Le Dantec, Felix: La lutte universelle, Flammarion, Paris, 1906.
- Le Dantec, Felix: Traité de biologie, Alcan, Paris, 1906.
- Le Dantec, Felix: Las influencias de los antepasados, Librería Gutenberg, Madrid, 1907.
- Le Dantec, Felix: La crisis del transformismo, Madrid, 1911.
- Le Dantec, Felix: Teoría nueva de la vida, Daniel Jorro, Madrid, 1911.
- Le Dantec, Felix: La science de la vie, Flammarion, Paris, 1912.
- Le Dantec, Felix: La mécanique de la vie, Flammarion, Paris, 1913.
- Le Dantec, Felix: Éléments de philosophie biologique, Alcan, Paris, 1911.
- Le Dantec, Felix: Ciencia y conciencia, Espasa-Calpe, Buenos Aires, 1948.
- Lucas, Prosper: Traité philosophique et physiologique de l'hérédité naturelle, París, 1847.
- MacDougall, William: An experiment for the testing of the hypothesis of Lamarck, en British Journal of Psychology, vol.XVII, 1927. Cfr. los ejemplares correspondientes a los años 1930, 1933 y 1938.
- McDougall, William: The riddle of life, Methuen, Londres, 1938 (http://www.archive.org/details/TheRiddleOfLife).
- Müller, Johannes: Tratado de fisiología, Madrid, 1846.
- Oparin, A.I.: El origen de la vida, Losada, Buenos Aires, 1960.
- Osborn, Henry F.: Ontogenic and phylogenic variation, en Science, núm. 100, 27 de noviembre de 1896.
- Segond, Louis Auguste: Histoire et systématisation générale de la biologie, Paris, 1851.
- Trémaux, Pierre: Origin et transformations de l'homme et des autres êtres, Paris, 1865.
- Vernadsky, Vladimir I.: La géochimie, Félix Alcan, Paris, 1924.
- Vernadsky, Vladimir I.: La biosfera, Fundación Argentaria, Madrid, 1997.

Obras generales:

- Abdalla, Mauricio: La crisis latente del darwinismo, en Asclepio, 2006, núm.1.
- Acosta Ochoa, Guillermo: Procesos de trabajo determinado. La configuración de modos de trabajo en la cultura arqueológica. Interpretaciones marxistas de la organización laboral, en Boletín de Antropología Americana, diciembre de 1999.
- Adams, Samuel Hopkins: The great american fraud: Articles on the nostrum evil and quacks, Kessinger Publishing, 2007.
- Albarracín Teulón, Agustín: La teoría celular, Alianza Editorial, Madrid, 1983.
- Alexeiev, V.: Formación de las razas (Teoría y metodología de estudio), Moscú, 1986.
- Allard, R.W.: History of plant population genetics, en Annual Review of Genetics, vol.33, 1999.
- Amaro Méndez, Sergio: Breve historia de la endocrinología, Editorial Científico-Técnica, La Habana, 1975.
- Argueta Villamar, A., R.Noguera y R.Ruiz Gutiérrez: La recepción del lysenkismo en México, en Asclepio, vol.55, 2003.
- Artom, Cesare: Le insufficienze del mendelismo nel problema della determinazione del sesso, Pavia, 1927.
- Ashby, Eric: Scientist in Russia, Penguin Books, Nueva York, 1947.
- Ashby, Eric: Genetics in the Soviet Union, reimpreso por Nature: The tension between mendelism and Michurin genetics, 1948.
- Atlan, Henri: L'organisation biologique et la théorie de l'information, Hermann, París, 1972.
- Atlan, Henri: La fin du tout génétique? Nouveaux paradigmes en biologie, INRA Editions, París, 1999.

- Atlan, Henri: Entre el cristal y el humo. Ensayo sobre la organización de lo vivo, Debate, Barcelona, 1990.
- Avital, Eytan y Eva Jablonka: Animal traditions: behavioural inheritance in evolution, Cambridge University Press, 2000.
- Baldwin, Ernest: Introducción a la bioquímica comparada, Aguilar, Barcelona, 1966.
- Baldwin, Ernest: Naturaleza de la bioquímica, Espasa-Calpe, Madrid, 1965.
- Barnett, James A.: A history of research on yeasts. 2. Louis Pasteur and his contemporaries. 1850–1880, en Yeast, vol.16, 2000.
- Barthelemy-Madaule, Madeleine: La ideología del azar y de la necesidad, Barral, Barcelona, 1974.
- Barthelemy-Madaule, Madeleine: Lamarck: the mythical precursor. A study of the relations between science and ideology, MIT Press, Cambridge, 1982.
- Bateson, Patrick: The active role of behaviour in evolution, en Biology and Philosophy, núm. 19, 2004.
- Beale, Geoffrey y John R. Preer: Paramecium: genetics and epigenetics, CRC Press, 2008.
- Béchamp, Joseph: Des microzymas et de leurs fonctions aux différents âges d'un même être, C. Coulet, Montpellier, 1875.
- Beljanski, Monique y Mirko: La santé confisquée, Guy Trédaniel, Paris, 4ªEd., 2004.
- Beltrán, Enrique: Lamarck: intérprete de la naturaleza, Sociedad Mexicana de Historia Natural, México, 1945.
- Beloussov, Lev V.: Life of Alexander G. Gurwitsch and his relevant contribution to the theory of morphogenetic fields, en International Journal of Developmental Biology, 1997.
- Berlan, Jean Pierre y Richard C. Lewontin: Plant breeders' rights and the patenting of life forms, en Nature, vol.322, 1986.
- Berlan, Jean Pierre y Richard C. Lewontin: Racket sur le vivant. La menace du complexe génético-industriel, en Le Monde Diplomatique, diciembre de 1998.
- Black, Edwin: War against the weak. Eugenics and america's campaign to create a master race, Four Walls Eight Windows, Nueva York, 2003.
- Blacher, L. I.: The problems of the inheritance of acquired characters: A history of a priori and empirical methods used to find a solution, Nueva Delhi, 1982.
- Blumenschine, J., J.Robert y John A. Cavallo: Carroñeo y evolución humana, en Investigación y Ciencia, vol. 195, 1992.
- Brisson, D.: The directed mutation controversy in an evolutionary context, Critical Reviews in Microbiology, vol.29, 2003.
- Bouilly, Karine: Impact de facteurs environnementaux sur l'aneuploïdie chez l'huître creuse, Crassostrea gigas, dans le bassin de Marennes-Oléron (http://www.ifremer.fr/docelec/doc/2004/these-326.pdf)
- Busse Grawitz, Pablo: Bases experimentales para una patología moderna: de la patología celular a la molecular, Librería El Ateneo Edit., Buenos Aires, 1945.
- Bowler, P.J.: El eclipse del darwinismo. Teorías evolucionistas antidarwinistas en las décadas en torno a 1900, Labor, Barcelona, 1985.
- Brandt, Allan M.: Racism and research: The case of the Tuskegee syphilis study, Hastings Center Report, 1978.
- Bygren, L.O., G.Kaati y S.Edvinsson: Longevity determined by ancestors' overnutrition during their slow growth period, en Acta Biotheoretica, vol.49, 2001.
- Bowen, Nathan J. e I. King Jordan: Transposable elements and the evolution of eukaryotic complexity, en Current Issues on Molecular Biology, vol.4, 2002.
- Cairns,J., J. Overbaugh y S. Miller: The origin of mutants, en Nature, vol. 335, 1988.
- Canella, Mario F.: Orientaciones de la biología. ¿Organicismo o micromerismo?, ¿Lamarckismo o mutacionismo?, Espasa Calpe, Madrid, 1940.
- Canguilhem, Georges: El conocimiento de la vida, Anagrama, Barcelona, 1976.
- Canguilhem, Georges: Ideología y racionalidad en la historia de las ciencias de la vida, Amorrortu, Madrid, 2005.

- Cannon, H. Graham: Lamarck and modern genetics, Manchester University Press, 1959.
- Cannon, H. Graham: The evolution of living things, Manchester University Press, 1958.
- Caponi, Gustavo: Georges Cuvier, ¿Un nombre olvidado en la historia de la fisiología?, en Asclepio, vol.56, 2004.
- Capy, Pierre (ed.): Evolution and impact of transposable elements, Kluwer Academic Publishers, 1997.
- Capy, Pierre y otros: Dynamics and evolution of transposable elements, Springer, Berlin, 1998.
- Carpenter, J.R.: Recent russian work on community ecology, en Journal of Animal Ecology, vol.8, 1939.
- Cartieri, Francis J.: Darwinism and lamarckism before and after Weismann: A historical, philosophical and methodological analysis, University of Pittsburgh, 2009 (http://etd.library.pitt.edu/ETD/available/etd-05152009-110207/unrestricted/CartieriFJ_BPhil_ETD2009.pdf)
- Cassier, Maurice: Bien privado, bien colectivo y bien público en la era de la genómica, en La sociedad del conocimiento, Revista Internacional de Ciencias Sociales, núm.171, marzo de 2002.
- Cole, Leonard A.: The eleventh plague: The politics of biological and chemical warfare, W.H.Freeman and Company, Nueva York, 1997.
- Corner, George W.: A history of the Rockefeller Institute 1901-1953. Orgins and growth, The Rockefeller Institute Press, Nueva York, 1965.
- Cornwell, John: Los científicos de Hitler. Ciencia, guerra y el pacto con el diablo, Paidós, Barcelona, 2005.
- Corsi, Pietro: The age of Lamarck: Evolutionary theory in France 1790-1830, California University Press, Berkeley, 1988.
- Corsi, Pietro: Lamarck, Genèse et enjeux du transformisme, 1770-1830, CNRS Editions, 2001.
- Corsi, Pietro, J. Gayon, G. Gohau, S. Tirard: Lamarck, philosophe de la nature, PUF, 2006.
- Cowles, Henry C. y Charles J. Chamberlain: Graft hybrids and chimeras, en Botanical Gazette, vol. 51, febrero de 1911.
- Creager, Angela N.H. y otros: Tobacco Mosaic Virus: Pioneering research for a century, en Plant Cell, vol. 11, 1999.
- Creager, Angela N. H.,: The life of a virus: Tobacco Mosaic Virus as an experimental model, 1930-1965, University of Chicago Press, 2002.
- Crow, J.F.: 90 years ago: the beginning of hybrid maize, en Genetics, vol.148, marzo de 1998.
- Crow, J.F.: Plant breeding giants. Burbank, the artist; Vavilov, the scientist, en Genetics, vol. 158, agosto de 2001.
- Cullis, Christopher A.: The environment as an active generator of adaptive genomic variation, en H.R. Lerner (Ed.): Plant adaptations to stress environments, Marcel Dekker, Nueva York, 1999.
- Chandebois, R.: Pour en finir avec le darwinisme, Espaces, Montpelier, 1993.
- Chandebois, R.: Le gèn et la forme, Espaces, Montpelier, 1989.
- Charlesworth, B. y C. H. Langley: The evolution of self-regulated transposition of transposable elements, en J. Grinsted: Evolution of transposable elements, en The Journal of Antimicrobial Chemotherapy, vol.18, 1986.
- Chauvin, Rémy: Darwinismo. El fin de un mito, Espasa-Calpe, Madrid, 2000.
- Chernoff, Yury O.: Mutation processes at the protein level: is Lamarck back?, en Mutation Research, vol.488, 2001.
- Chernoff, Yury O.: Replication vehicles of protein-based inheritance, en Trends in Biotechnology, vol.22, 2004.
- Chernoff, Yury O.(ed.): Protein-Based inheritance, Landes Bioscience, Austin, 2007.
- Chernoff, Yury O.: Prion: disease or relief?, en Nature Cell Biology, vol.10, 2008.
- Chouard, Pierre: La multiplication végétative et le bourgeonnement chez les plantes vasculaires, Hermann, 1934,
- Chouard, Pierre: Dormances et inhibitions des graines et des bourgeons. Preparation au forçage. Thermopériodisme, CDU, Paris, 1954.

- Chouard, Pierre: Vernalization and its relation to dormancy, en Annual Review of Plant Physiology, vol.11, 1960.
- Christen, Yves: Le rôle des virus dans l'évolution, en La Recherche, núm.54, marzo de 1975.
- Dahan, A. y D. Pestre: Les sciences pour la guerre, 1940-1960, Presses de l'EHESS, Paris, 2004.
- Damianovich, Horacio: La doctrina de la generación espontánea. Su evolucion y estado actual, Buenos Aires, 1918.
- Decourt, Philippe: Les vérités indésirables. Comment on falsifie l'histoire: le cas Pasteur, Archives Internationales Claude Bernard, Paris, 1989.
- Delaunay, Albert: Pasteur y la microbiología, Diana, México, 1966.
- Delange, Yves: Lamarck: sa vie, son oeuvre, Arles: Actes Sud, 1984.
- Delange, Yves: Lamarck face à l'opinion des scientifiques: une période critique au XIXème siècle, Comité Français d'histoire de la géologie, Séance du 26 février 1986 (http://www.annales.org/archives/cofrhigeo/lamarck.html)
- Deléage, Jean Paul: Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature, La Découverte, Paris, 1991.
- Detlefsen, J.A.: The inheritance of acquired characters, en Physiological Reviews, vol.244, 1925.
- Devillers, J., J.Chaline, y B.Laurin: En defensa de una embriología evolutiva, en Mundo Científico, núm. 105, setiembre de 1990.
- Díaz Barreiro, Francisco: El Dr. Nicolas I. Vavilov y las primeras relaciones científicas soviéticas con Cuba, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 1977.
- Dietrich, Michael R.: La problématique du gène, en Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, vol. 323, 2000.
- Draper, John William: Historia de los conflictos entre la religión y la ciencia, Alta Fulla, Barcelona, 1987.
- Duchesneau, François: Genèse de la théorie cellulaire, Vrin, Paris, 1987.
- Durrant A.: The environmental induction of heritable change in Linum, Heredity, 1962, vol.17.
- Dvorak, Jan y Ming-Cheng Luo: N.I. Vavilov's theory of centers of diversity in light of current understanding of wheat domestication and evolution, 8th International Wheat Conference, N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry, San Petersburgo, 2010.
- Dzyubenko, N.I.: The legacy of N.I. Vavilov, 8th International Wheat Conference, N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry, San Petersburgo, 2010.
- Ellenberger, François: Historia de la geología, vol.1, De la Antigüedad al siglo XVII, Labor, Barcelona, 1989.
- Embid, Alfredo: Del control de natalidad al genocidio, en Medicina Holística, núms. 59 y 60 (http://free-news.org/aembid10.htm)
- Escarpa Sánchez-Garnica, Dolores: Ciencia y filosofía en la creación de la teoría celular, Themata. Revista de Filosofía, núm.34, 2005.
- Farley, John: The spontaneous generation controversy from Descartes to Oparin, The John Hopkins University Press, Baltimore, 2ªEd., 1979.
- Fataliev, J.M.: Marxismo-leninismo y ciencias naturales, Editorial Pueblos Unidos, Montevideo, 1965.
- Fataliev, Kh.: Le matérialisme dialectique et les sciences de la nature, éditions du Progrès, Moscú, 1963.
- Fedoroff, Nina V.: Maize transposable elements in development and evolution, en American Zoologist, vol. 29, 1989.
- Ferro, Marc (dir.): El libro negro del colonialismo, La Esfera de los Libros, Madrid, 2005.
- Feschotte, Cédric y Ellen J. Pritham: DNA transposons and the evolution of eukaryotic genomes, en Annual Review of Genetics, vol. 41, 2007.
- Fieldes, M.A.: Heritable effects of 5-azacytidine treatments on the growth and development of flax (Linum usitatissimum) genotrophs and genotypes, Genome, 1994, vol. 37.
- Flegr, Jaroslav: A possible role of intracellular isoelectric focusing in the evolution of eukaryotic cells and multicellular organisms, en Journal of Molecular Evolution, vol. 69, 2009.

- Foster, P. L. y J. Cairns: Mechanisms of directed mutation, en Genetics, vol. 131, 1992.
- Foster, Patricia L.: Adaptive mutation in Escherichia coli, en Journal of Bacteriology, vol. 186, 2004.
- Fridman, Wolf-Hervé: El cerebro móvil. De la inmunidad al sistema inmune, Fondo de Cultura Económica, México 1997.
- Fridman, Wolf-Hervé y Dominique Bursztejn: La révolution immunologique: Les défenses naturelles contre le cancer, Hermann, París, 2003.
- Frixione, Eugenio: De motu propio. Una historia de la fisiología del movimiento, Siglo XXI, México, 2000.
- Gaissinovitch, A.E.: Clement A.Timiryazev and mendelism, en Folia Mendeliana, Brno, vol.6, 1971.
- Galison, Peter y Bruce William Hevly: Big science: the growth of large-scale research, Stanford University Press, 1992.
- Galun, Esra: Transposable elements: a guide to the perplexed and the novice, Kluwer Academic Publishers, 2003.
- Gayon, Jean y Daniel Jacobi: L'éternel retour de l'eugénisme, Presses Universitaires de France, 2006.
- Geison, Gerald L.: The private science of Louis Pasteur, Princeton University Press, 1995.
- Genetet, Bernard: Histoire de l'immunologie, Presses Universitaires de France, Paris, 2000.
- Gerbi, Susan A.: Helen Crouse (1914–2006): Imprinting and chromosome behavior, en Genetics, vol. 175, 2007.
- Gershenowitz, Harry: Lamarck and Napoleon, en Indian Journal of the History of Science, 1980, vol.15.
- Ghigi, Alessandro: Le insufficienze del mendelismo, en Rassegna delle Science biologiche, vol.11, 1921.
- Gilbert, S.F.: Diachronic biology meets evo-devo: C. H. Waddington's approach to evolutionary developmental biology, en American Zoology, vol.40, 2000.
- Gluckman, Peter, M. Hanson, C. Cooper y K. Thornburg: Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease, en New England Journal of Medicine, vol.359, 2008.
- Gold, Michael: A conspiracy of cells. One woman's immortal legacy and the medical scandal it caused, State University of New York Press, 1986
- Goluveb, G.: Nicolai Vavilov, el gran sembrador, Mir, Moscú, 1988.
- González Recio, J.L. y F.J.Serrano Bosquet: Tiempo y autoorganización en la 'Filosofía zoológica' de Lamarck (http://www.iieh.com/index.php/component/content/article/61)
- Goodwin, Brian: How the leopard changed its spots: The evolution of complexity, Princeton Universuty Press, 1994.
- Goraczko, W.: Ionizing radiation and mitogenetic radiation: two links of the same energetic chain in a biological cell, en Medical Hypotheses, vol.54, 2000.
- Gorczynski, R. M. y E.J.Steele: Inheritance of acquired immunological tolerance to foreign histocompatibility antigens in mice, en Proceedings of the National Academy of Sciences, vol.77, 1980.
- Gorczynski, R. M. y E. J. Steele: Simultaneous yet independent inheritance of somatically acquired tolerance to two distinct H-2 antigenic haplotype determinants in mice, en Nature, vol.289, 1981.
- Gorelick, Root J.: Evolutionary epigenetic theory (http://http-server.carleton.ca/~rgorelic/Publications/Root%20Gorelick%27s%20PhD%20Dissertation%20%282004%29.pdf)
- Gorelick, Root J.: Neo-Lamarckian medicine, en Medical Hypotheses, vol. 62, 2004.
- Gorelick, Root J. y M.D. Laubichler: Genetic=Heritable (Genetic≠DNA), en Biological Theory, vol. 3, 2008.
- Goudot-Perrot, André: Cibernética y biología, Barcelona, Orbis, 1986.
- Graham, Loren R.: Ciencia y filosofía en la Unión Soviética, Siglo XXI, Madrid, 1976.

- Graham, Loren R.: Science and values: The eugenics movement in Germany and Russia in the 1920s, The American Historial Review, diciembre de 1977.
- Gras, J.: Papel del pensamiento abstracto y de la teoría en la investigación científica, en Inmunología, vol.2, 1983.
- Graziosi, F.: La discussione sulla genetica nell'URSS, en Società, núm. 1, 1949.
- Gregory, F.G. y O.N.Purvis: Vernalization, en Nature, vol.138, 1938.
- Gregory, T. Ryan: Coincidence, coevolution, or causation? DNA content, cell size and the C-value enigma, en Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society, vol.76, 2001.
- Gregory, T. Ryan: Macroevolution, hierarchy theory, and the C-value enigma, en Paleobiology, vol.30, 2004.
- Gurwitsch, A.A.: A historical review of the problem of mitogenetic radiation, en Experientia, vol.44, 1988.
- Haig, David: Weismann Rules! OK? Epigenetics and the lamarckian temptation, en Biology and Philosophy, vol.22, 2007.
- Hall, Barry G.: Adaptive evolution that requires multiple spontaneous mutations. I. Mutations involving an insertion sequence, en Genetics, vol. 120, 1988.
- Hall, Barry G.: Spontaneous point mutations that occur more often when they are advantageous than when they are neutral, en Genetics, vol.126, 1990.
- Hall, Brian K.: Organic selection: Proximate environmental effects on the evolution of morphology and behaviour, en Biology and Philosophy, vol. 16, 2001.
- Handel, Adam E. y Sreeram V. Ramagopalan: Is lamarckian evolution relevant to medicine?, en BMC Medical Genetics, vol.11, 2010.
- Haro, Antonio: De los fermentos a la enzimología, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, 1985.
- Harrison, G.A.: The adaptability of mice to high environmental temperatures, en Journal of Experimental Biology, vol.35, 1958.
- Heslop Harrison, J.S.: Gene expression and parental dominance in hybrid plants, Development, 1990, vol. 108 (suplemento).
- Hill, D.J.: Environmental induction of heritable changes in Nicotiana rustica, en Nature, 1965, vol. 207.
- Hirai, Hiro: Le concept de semence dans les théories de la matière à la Renaissance: de Marsile Ficin à Pierre Gassendi, Turnhout, Brepols, 2005.
- Hirai, Hiro: Kircher's chymical interpretation of the creation and spontaneous generation, en History of Alchemy and Chemistry, Lawrence Principe, Nueva York, 2007.
- Hirai, Hiro: 'Mechanical' agent in Renaissance matter theories, 6th International Conference on the history of chemistry, Centre for History of Science, Universidad de Gante, Bélgica, 2007.
- Ho, Mae Wan y P. T.Saunders (eds.): Beyond neo-darwinism. An introduction to the new evolutionary paradigm, Academic Press, Orlando, 1984.
- Ho, Mae Wan: Living with the fluid genome, Third World Network, Londres, 2003.
- Ho, Mae Wan: Ingeniería genética: ¿sueño o pesadilla?, Gediasa, Barcelona, 2001.
- Hodgkinson, Neville: AIDS. The failure of contemporary science. How a virus that never was deceived the world, Fourth Estate, London, 1996.
- Hudson, P.S. y R.H.Richens: The new genetics in the Soviet Union, Cambridge, 1946.
- Hughes, Jeff: The Manhattan Project. Big Science and the atom bomb, Columbia University Press, 2003.
- Ibarra Grosso, D.E.: Las leyes de la herencia de Mendel y su errada interpretación actual, Rosario, 1968.
- Isaac, Glynn: Cómo compartían su alimento los homínidos protohumanos, en Investigación y Ciencia, vol.21, 1978.
- Jablonka, Eva y Marion J. Lamb: Epigenetic inheritance and evolution: The lamarckian dimension, Oxford University Press, 1995.
- Jablonka, Eva y Marion J. Lamb: The changing concept of epigenetics, en Annals of the New York

Academy of Sciences, vol.981, 2002.
- Jablonka, Eva y Marion J. Lamb: The ancestor's tale: A pilgrimage to the dawn of life, MIT Press, 2005.
- Jablonka, Eva y Marion J. Lamb: Evolution in four dimensions. Genetic, epigenetic, behavioural and symbolic variation in the history of life, MIT Press, 2005.
- Jablonka, Eva: The developmental construction of heredity, en Developmental psychobiology, vol.49, 2007.
- Jablonka, Eva y Gal Raz: Transgenerational epigenetic inheritance: Prevalence, mechanisms and implications for the study of heredity and evolution, The Quarterly Review of Biology, vol. 84, 2009.
- Jahn Ilse, Rolf Löther y Konrad Senglaub: Historia de la biología. Teorías, métodos, instituciones y biografías breves, Labor, Barcelona, 1990.
- Jirtle, Randy L. y Jennifer R.Weidman: La impronta genética, en Mente y cerebro, 2007, pgs. 225 y stes.
- Jordanova, Ludmilla J.: Lamarck, Fondo de Cultura Económica, México, 1990.
- Judson, Horace Freeland: Anatomía del fraude científico, Crítica, Barcelona, 2006.
- Juffé, Michel: Biología e ideología, A.Redondo Editor, Barcelona, 1972.
- Kaati, G., L.O. Bygren y S.Edvinsson: Cardiovascular and diabetes mortality determined by nutrition during parents and grandparents slow growth period, en European Journal of Human Genetics, vol.19, 2002.
- Kaati,G., L.O.Bygren, M.Pembrey y M.Sjöström: Transgenerational response to nutrition, early life circunstances and longevity, en European Journal of Human Genetics, vol. 15, 2007.
- Kevles, Daniel J.: The Baltimore case. A trial of politics, science, and character, W.W. Norton & Co., Nueva York, 1998.
- Kevles, Daniel J.: In the name of eugenics. Genetics and the uses of human heredity, Harvard University Press, 1995.
- Kidwell, M. G. y D. Lisch: Transposable elements as sources of variation in animals and plants, en Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 94, 1997.
- Kidwell, Margaret G.: Transposable elements and the evolution of genome size in eukaryotes, en Genetica, vol. 115, 2002.
- Kingsbury, Noël: Hybrid: The history and science of plant breeding, University of Chicago Press, 2009.
- Koonz, Claudia: La conciencia nazi. La formación del fundamentalismo étnico del Tercer Reich, Paidós, Barcelona, 2005.
- Kupiec, Jean Jacques: L'influence de la philosophie d'Aristote sur l'élaboration de la théorie de l'évolution et sur la génétique, Revue Européenne de Sciences, núm. 115, 1999.
- Kupiec, Jean Jacques y Pierre Sonigo: Ni Dieu ni gène. Pour une autre théorie de l'hérédité, Seuil, Paris, 2000.
- Kupiec, Jean Jacques: Retour vers le phénotype (Les gènes existent-ils?), en Revue Prétentaine, 2001.
- Kurlovich, B.S. y otros: The significance of Vavilov's scientific expeditions and ideas for development and use of legume genetic resources, en Plant Genetic Resources Newsletter, núm. 124, diciembre de 2000.
- Lahitte, Héctor Blas: Reflexiones sobre la filosofía zoológica: homenaje a Lamarck, Nuevo Siglo, Argentina, 1991.
- Lamm, Ehud y E.Jablonka: Integrating evolution and development: from theory to practice, en Perspectives in biology and medicine, vol.51, 2008.
- Latour, Bruno: Les microbes guerre et paix suivi de irreductions, A.M. Métailié, Paris, 1984.
- Latour, Bruno: Pasteur: la lucha contra los microbios, Ediciones SM, Madrid, 1988.
- Latour, Bruno: Pasteur: una ciencia, un estilo, un siglo, México, Siglo XXI, 1995.
- Latour, Bruno: La vida en el laboratorio: la construcción de los hechos científicos, Alianza Editorial, Madrid, 1995.

- Latour, Bruno: Pasteur: guerre et paix des microbes, Paris, 2001.
- Latour, Bruno: La esperanza de Pandora: Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia, Barcelona, Gedisa, 2001.
- Latour, Bruno: Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad, Barcelona, Labor, 1992.
- Laurent, Goulven: Paléontologie et evolution en France de 1800 a 1860: Une histoire des idées de Cuvier et Lamarck à Darwin, 1998.
- Laurent, Goulven: Cuvier et Lamarck: la querelle du catastrophisme, en La Recherche, núm. 183, diciembre de 1986.
- Lavocat, René: Évolution biologique et information. Essai d'une théorie cybernétique de l'évolution, en La Revue Générale des Sciences, 1961.
- Lemke, H., A.Coutinho y H.Lange: Lamarckian inheritance by somatically acquired maternal IgG phenotypes, en Trends in Immunology, vol.25, 2004.
- Lewontin, Richard C.: The doctrine of DNA. Biology as ideology, Penguin Books, Londres, 1993.
- Lewontin, Richard C.: The dream of human genome, en New York Review of Books, 28 de mayo de 1992.
- Lisch, Damon: Epigenetic regulation of transposable elements in plants, en Annual Review of Plant Biology, vol.60, 2009.
- Liu, Yongsheng, Li Baoyin, Li Guirong y Zhou Xiumei: Graft hybridization and the specificity of heredity in fruit trees, en Hereditas, vol.26, 2004.
- Liu, Yongsheng: Lysenko's contributions to biology and his tragedies, en Rivista di Biologia, 2004, vol.97.
- Liu, Yongsheng: Revealing the mystery of heredity in grafted fruit trees, en HortScience, vol.40, 2005.
- Liu, Yongsheng: Historical and modern genetics of plant graft hybridization, en Advances in Genetics, vol. 56, 2006.
- Liu, Yongsheng: Like father like son. A fresh review of the inheritance of acquired characteristics, en European Molecular Biology Organization Reports, vol.8, 2007.
- Liu, Yongsheng: A new perspective on Darwin's pangenesis, en Biological Reviews, vol. 83, mayo de 2008.
- Loison, L.: Lamarck fait de la résistance, en Les Dossiers de La Recherche, L'héritage Darwin, núm.33, 2008.
- Lönnig, Wolf-Ekkehard y Heinz Saedler: Chromosome rearrangements and transposable elements, en Annual Review of Genetics, vol. 36, 2002.
- Lumey, L.H.: Decreased birthweights in infants after maternal in utero exposure to the dutch famine of 1944-1945, en Paediatric and Perinatal Epidemiology, vol.6, 1992.
- McNeill, William H.: Plagas y pueblos, Siglo XXI, Madrid, 1976.
- Maki, Hisaji: Origins of spontaneous mutations: Specificity and directionality of base-substitution, frameshift and sequence-substitution mutageneses, en Annual Review of Genetics, vol. 36, 2002.
- Malagnac, Fabienne y Philippe Silar: Regulation, cell differentiation and protein-based inheritance, en Cell Cycle, vol. 5, 2006.
- Manchester, Keith L.: Louis Pasteur, fermentation and a rival, en South African Journal of Science, vol. 103, 2007.
- Manevich, Eleanor D.: Such were the times: A personal view of the Lysenko era in the USSR, Pittenbruach Press, 1990.
- Mazana Casanova, Javier: Microbiología e inmunología. Una historia compartida, Universidad de Zaragoza, 1990.
- Mazana Casanova, Javier: Historia de la inmunología: la búsqueda del yo frente al no yo, Río Henares producciones gráficas, 2002.
- Margulis, Lynn y Dorion Sagan: Captando genomas. Una teoría sobre el origen de las especies, Kairós, Barcelona, 2003.
- Margulis, Lynn y Dorion Sagan: Microcosmos: cuatro mil millones de años de evolución desde

nuestros ancestros microbianos, Barcelona, Tusquets, 1995.
- Margulis, Lynn: El origen de la célula, Reverté, Barcelona, 1986.
- Margulis, Lynn: Planeta simbiótico: un nuevo punto de vista sobre la evolución, Debate, Barcelona, 2002.
- Margulis, Lynn y Dorion Sagan: ¿Qué es la vida?, Tusquets, Barcelona, 1996.
- Margulis, Lynn: Una revolución en la evolución: escritos seleccionados, Universitat de Valencia, Valencia, 2003.
- Maury, C.P.J.: Molecular mechanism based on self-replicating protein conformation for the inheritance of acquired information in humans, en Medical Hypotheses, vol. 67, 2006.
- Medstranda, P. y otros: Impact of transposable elements on the evolution of mammalian gene regulation, en Cytogenetical and Genome Research, vol. 110, 2005.
- Meza, Isaura y Eugenio Frixione: Máquinas vivientes. ¿Cómo se mueven las celulas?, Fondo de Cultura Económica, México, 1996.
- Morange, Michel: Histoire de la biologie moléculaire, La Découverte, Paris, 2003.
- Morange, Michel: Quelle place pour l'épigénétique?, M/S Médecine / Sciences, vol. 21, 2005.
- Morgan, Daniel K. y Emma Whitelaw: The case for transgenerational epigenetic inheritance in humans, en Mammalian Genome, 2008, vol.19.
- Morton Alan G.: La genética en la URSS, Ediciones del índice, México, 1953.
- Moulin, Anne Marie: Le dernier langage de la médecine. Histoire de l'immunologie de Pasteur au Sida, Presses Universitaires de France, Paris, 1991.
- Nelson, O.E.: A notable triumvirate of maize geneticists, en Genetics, vol.135, diciembre de 1993.
- Niesturj, M.F.: El origen del hombre, Mir, Moscú, 2ªEd., 1979.
- Ortiz Picón, J.M.: Cinco ensayos históricos sobre biología, Editorial Garsi, Madrid, 1988.
- Packard, Alpheus Spring: On the inheritance of acquired characters in animals with a complete metamorphosis, en Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, 1893.
- Packard, Alpheus Spring: Lamarck, the founder of evolution. His life and work, Londres, 1901 (rééd. Ayer Company, Salem (N.H.), 1980.
- Padian, Nancy S., Stephen C. Shiboski, Sarah O. Glass y Eric Vittinghoff: Heterosexual transmission of human immunodeficiency virus (HIV) in northern California: Results from a ten-year study, en American Journal of Epidemiology, vol.146, 1997.
- Pandora, Katherine: Knowledge held in common. Tales of Luther Burbank and science in the American vernacular, en Isis, vol.92, 2001.
- Parisod, Christian y otros: Impact of transposable elements on the organization and function of allopolyploid genomes, en New Phytologist, vol.186, 2010.
- Pasteur, Louis: Oeuvres, Paris, 1922.
- Pasteur, Luis: Estudios sobre generación espontánea, Emecé, Buenos Aires, 1944.
- Pembrey, Marcus: Imprinting and transgenerational modulation of gene expression: human growth as a model, en Acta Geneticae Medicae et Genellogiae, vol.45, 1996.
- Pernon, Jean François: Lamark: influence de la cécité sur le génie, Louis Arnette, Paris, 1928.
- Peset, Jose Luis: Ciencia y marginación. Sobre negros, locos y criminales, Crítica, Barcelona, 1983.
- Pestre, Dominique: Science, argent et politique, INRA, Paris, 2003.
- Petronis, Arturas: Epigenetics as a unifying principle in the aetiology of complex traits and diseases, en Nature, vol. 465, 2010.
- Piaget, Jean: Biología y conocimiento, Siglo XXI, Madrid, 5ª Ed., 1980.
- Piaget, Jean: El comportamiento, motor de la evolución, Nueva visión, Buenos Aires, 1977.
- Pichot, André: Histoire de la notion de vie, Gallimard, Paris, 1993.
- Pichot, André: Histoire de la notion de gène, Flammarion, Paris, 1999.
- Pichot, André: La société pure. De Darwin à Hitler, Flammarion, Paris, 2000.
- Pichot, André: Aux origines des théories raciales. De la Bible à Darwin, Flammarion, Paris, 2008.
- Pitraty, Michel y Claude Foury (coords.): Histoires de légumes: des origines à l'orée du XXIe siècle, INRA, Paris, 2003.

- Pray, Leslie A.: Epigenetics: Genome, meet your environment. As the evidence accumulates for epigenetics, researchers reacquire a taste for lamarckism, en The Scientist, vol. 18, 2004.
- Prenant, Marcel: Biologie et marxisme, Editions Sociales Internationales, Paris, 1936.
- Prenant, Marcel: Un débat scientifique en URSS. Entre la 'génétique classique' et la 'génétique nouvelle', en La Pensée, núm. 21, noviembre-diciembre de 1948.
- Prenant, Marcel: Darwin y el darvinismo, Grijalbo, México, 1969.
- Prenant, Marcel: Les problèmes biologiques. Une mise au point, en La pensée, núm. 72, 1957.
- Prokofiewa, E. G.: Mitogenetic radiation of the urea-urease system, en Nature, vol. 134, 1934.
- Relancio Menéndez, Alberto: La influencia de la biología en la monadología de Leibniz, Thémata. Revista de Filosofía, núm. 42, 2009 (http://institucional.us.es/revistas/revistas/themata/pdf/42/10%20relancio%20menendez.pdf)
- Renneberg, Monika y Mark Walker (eds.): Science, technology and national socialism, Cambridge University Press, 1994.
- Rennie, J.: Los nuevos giros del ADN, en Investigación y Ciencia, núm.200, 1993.
- Richter, Claire: Nietzsche et les théories biologiques contemporaines, Mercure de France, París, 2ª Éd., 1911.
- Rignano E.: Sulla trasmitibilità dei caratteri acquisiti, Bolonia, 1907.
- Rindos, David : Los orígenes de la agricultura. Una perspectiva evolucionista, Bellaterra, Barcelona, 2000.
- Rinkevitch, Baruch: Human natural chimerism: an acquired character or a vestige of evolution?, en Human Inmunology, 2001, vol.62.
- Roberts, A.F.: Plant hibrydization before Mendel, Princenton University Press, 1929.
- Robic Marie-Claire (dir.): Du milieu a l'environement. Pratiques et representations du rapport home/nature depuis la Renaissance, Economica, Paris, 1992.
- Rousset, Michel: Les blés hybrides sortent du laboratoire, en La Recherche, vol. 173, 1986.
- Rouzic, A.Le, T.S. Boutin y P.Capy: Long-term evolution of transposable elements, vol. 104, 2007.
- Ruden, D.M., M.D. Garfinkel, V.E. Sollars y Xiangyi Lu: Waddington's widget: Hsp90 and the inheritance of acquired characters, en Seminars in Cell & Developmental Biology, vol.14, 2003.
- Sánchez Arteaga, Juan Manuel: La biología humana como ideología: el racismo biológico y las estructuras simbólicas de dominación racial a fines del siglo XIX, en Theoria, vol.61, 2008
- Sacks, Oliver y otros: Historias de la ciencia y del olvido, Siruela, Madrid, 1996.
- Sandín, Máximo: Lamarck y los mensajeros: la función de los virus en la evolución, Istmo, Madrid, 1995.
- Sandín, Máximo: ADN: la molécula milagrosa, en Foros 21, 2003 (http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/msandin/ADN.htm)
- Sandín, Máximo: Teoría sintética: crisis y revolución, en Arbor, núm. 623-624, noviembre-diciembre de 1997.
- Sandín, Máximo y otros: Evolución: un nuevo paradigma, Instituto de Investigación sobre la Evolución Humana, Madrid, 2003.
- Sandín, Máximo: Lamarck y la venganza del imperio (http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/msandin/LAMARCK%20Y%20LA%20VENGANZA%20DEL%20IMPERIO.pdf)
- Sano, Hiroshi y otros: A single treatment of rice seedlings with 5-azacytidine induces heritable dwarfism and undermethylation of genomic DNA, en Molecular Genetics and Genomics, vol.220, 1990.
- Sano, Hiroshi: DNA methylation and lamarckian inheritance, en Proceedings of the Japan Academy. Ser B. Physical and Biological Sciences, vol. 78, 2002.
- Sano, Hiroshi: Inheritance of acquired traits in plants. Reinstatement of Lamarck, en Plant Signalling and Behaviour, vol.5, 2010 (http://vannocke.hrt.msu.edu/Epigenetics2010/Loescher%20papers/SanoPSB5-4.pdf)
- Sapp, Jan ed.: Microbial phylogeny and evolution: Concepts and controversies, Oxford University

Press, Nueva York, 2005.
- Sapp, Jan: Genesis: The evolution of biology, Oxford University Press, Nueva York, 2003.
- Sapp, Jan: What is natural? Coral reef crisis, Oxford University Press, Nueva York, 2003.
- Sapp, Jan: Evolution by association. A history of symbiosis, Oxford University Press, Nueva York, 1994.
- Sapp, Jan: Where the truth lies. Franz Moewus and the origins of Molecular Biology, Cambridge University Press, Nueva York, 1990.
- Sapp, Jan: Beyond the gene: Cytoplasmic inheritance and the struggle for authority in genetics, Oxford University Press, Nueva York, 1987.
- Sapp, Jan: The nine lives of Gregor Mendel, en Experimental Inquiries, H.E.Le Grand Ed., Kluwer Academic Publishers, 1990 (http://www.mendelweb.org/MWsapp.intro.html)
- Sapp, Jan: The prokaryote-eukaryote dichotomy: Meanings and mythology, en Microbiology and Molecular Biology Reviews, vol.69, 2005.
- Sapp, Jan: The bacterium's place in nature, en J. Sapp (ed.), Microbial evolution concepts and controversies, Oxford University Press, Nueva York, 2005.
- Sapp, Jan: The dynamics of symbiosis. An historical overview, Canadian Journal of Botany, vol.82, 2004.
- Semashko, Nikolai A.: Health protection in the USSR, Gollancz, London, 1934.
- Sentís, Carlos: Retrovirus endógenos humanos: significado biológico e implicaciones evolutivas, en Arbor, núm.677, 2002.
- Seytre, Bernard: Histoire de la recherche sur le SIDA, París, 1995.
- Shi-Ying Wang y otros: Vernalization in wheat I. A model based on the interchangeability of plant age and vernalization duration, en Field Crops Research, vol.41, 1995.
- Smith, Curtis V.: Syphilis and theories of contagion (http://www.kckcc.edu/ejournal/archives/march2009/article/syphilisAndTheoriesOfContagion.aspx)
- Sonigo, Pierre e Isabelle Stengers: L'évolution, Mot à Mot, Paris, 2003.
- Spencer, Herbert: The inadequacy of 'natural selection', Nueva York, 1893.
- Stansfield, W.D.: Luther Burbank: honorary member of the American Breeders' Association, en Journal of Heredity, vol. 97, marzo-abril de 2006.
- Steele, Edward J.: Somatic selection and adaptative evolution. On the inheritance of adquired characters, University of Chicago Press, 1979.
- Steele, E.J., R.A. Lindley y R.V. Blanden: Lamarck's signature: How retrogenes are changing Darwin's natural selection paradigm, Perseus Books, Reading, Massachusetts, 1998.
- Steele, E.J. y R.V. Blanden: Lamarck and antibody genes, en Science, vol. 288, 2000.
- Steele, E.J. y R.V. Blanden: The reverse transcriptase model of somatic hypermutation, en Philosophical Transactions of the Royal Society, Biological Sciences, vol.356, 2001.
- Steele, E.J., A.J.Hapel y R.V. Blanden: How can DNA patterns of somatically acquired immunity be imprinted on the germline of immunoglobulin variable (V) genes?, en IUBMB Life 54, 2002.
- Steele, Edward J.: DNA polymerase-η as a reverse transcriptase: implications for mechanisms of hypermutation in innate anti-retroviral defences and antibody, en SHM systems. DNA Repair, 2004, vol.3.
- Steele, E.J., A.Franklin y R.V.Blanden: Genesis of the strand biased signature in somatic hypermutation of rearranged immunoglobulin variable genes, Immunology & Cellular Biology, 2004, vol. 82.
- Steele, Edward J.: Processed switch-region transcripts and retrotranscripts as possible generators of heteroduplex 'R-loop' targets for AID deamination, en Natural Review of Immunology, 2004, vol. 4.
- Steele, E.J. y otros: Computational analyses show A-to-G mutations correlate with nascent mRNA hairpins at somatic hypermutation hotspots. DNA Repair, 2006, vol.5.
- Steele, Edward J.: Reflections on the state of play in somatic hypermutation, en Molecular Immunology, 2008, vol.45.
- Steele, Edward J.: Mechanism of somatic hypermutation; Critical analysis of strand biased

mutation signatures at A:T and G:C base pairs, en Molecular Immunology, 2009, vol.46.
- Stephens, Martha: The treatment: The story of those who died in the Cincinnati radiation tests, Duke University Press, Durham, 2002.
- Strasser, Bruno: The transformation of the biological sciences in post-war Europe, en EMBO Reports, vol.4, 2003.
- Ströer, W.F.H.: The gene, its function and its meaning in genetics, en Quaterly Review of Biology, vol.11, 1936.
- Szyf, Moshe: The social environment and the epigenome, en Environmental and Molecular Mutagenesis, vol.49, 2007.
- Szyfman, Léon: Lamarck et son époque, Masson, París, 1982.
- Theunissen, Bert: Closing the door on Hugo de Vries' mendelism, Annals of Science, vol.51, 1994.
- Thirard, Sthéphane: Les origines de la vie sur la Terre. Un problème historique, Cahiers Franĉois Viète, núm.4, 2002.
- Thuillier, Pierre: Les biologistes, vont-ils prendre le pouvoir? La sociobiologie en question, Éd. Complexe, 1981.
- Thuillier, Pierre: La science existe-t-elle? Le cas Pasteur, en La Recherche, núm. 187, abril de 1987.
- Thuriaux, Pierre: Eduard Buchner ou un siècle d'enzymologie, MS Médecine Sciences (Histoire de la médecine et des sciences), vol. 14, 1998.
- Till-Bottrauda, I. y Ó.E. Gaggiotti: Going back to Darwin's works, en Trends in Plant Science, vol. 11, 2006.
- Todes, Daniel P.: Darwin without Malthus: The struggle for existence in russian evolutionary thought, Oxford University Press, 1989.
- Tokin, Boris P.: Embriología general, Mir, Moscú, 1990.
- Trocchio, Federico di: Las mentiras de la ciencia. ¿Por qué y cómo engañan los científicos?, Alianza Editorial, Madrid, 2003.
- Tucker, Jonathan B.: War of nerves: Chemical warfare from World War I to Al-Qaeda, Pantheon Books, 2006.
- Vargas, Alexander: Did Paul Kammerer discover epigenetic inheritance? A modern look at the controversial midwife toad experiments, en Journal of Experimental Zoology, Molecular and Developmental Evolution, Wiley-Blackwell, agosto de 2009.
- Varios Autores: ¿Qué es un koljós?, Asociación de Amigos de la Unión Soviética, Madrid, 1937.
- Varios Autores: Le pangermanisme continental sous Guillaume II (de 1888 a 1914), Paris, 1915.
- Varios Autores: Orígenes de la vida en el centenario de Aleksander Ivanovich Oparin, Ed.Complutense, Madrid, 1995.
- Varios Autores: Virus hunters: In search for funding. Bob Gallo: Criminal or Hero?, dossier VIO, Hilversum, Holland, 1995.
- Varmuza, S.: Epigenetics and the renaissance of heresy, en Genome, vol. 46, 2003.
- Vavilov, Nikolai I.: Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas, Acme Agency, Buenos Aires, 1951.
- Vucinich, Alexander: Darwin in russian thought, University of California Press, 1988.
- Waddington, C.H.: Canalization of development and the inheritance of acquired characters, en Nature, vol. 150, 1942.
- Waddington, C.H.: La naturaleza de la vida, Editorial Norte y Sur, Madrid, 1963.
- Waddington, C.H.: Biología hoy, Teide, Barcelona, 1967.
- Waddington, C.H. y otros: Hacia una biología teórica, Alianza Editorial, Madrid, 1976.
- Wadman, Meredith: Study discloses financial interests behing papers, en Nature, vol. 385, 1997.
- Wainwright, Milton: Biological control of microbial infections and cancer in humans: historical use to future potential, en Biocontrol Science and Technology, vol.4, 1994.
- Wainwright, Milton: The return of the cancer germ, en SGM Quarterly, vol.22, 1995.
- Wainwright, Milton: Extreme pleomorphism and the bacterial life cycle: a forgotten controversy,

en Perspectives in Biology and Medicine, vol.40, 1997.
- Wainwright, Milton: Historical and recent evidence for the existence of mitogenetic radiation, en Perspectives in Biology and Medicine, vol. 41, 1998.
- Wainwright, Milton: Nanobacteria and associated 'elementary bodies' in human disease and cancer, en Microbiology, vol. 145, 1999.
- Wainwright, Milton: Forgotten microbiology. Back to the future, en Microbiology Today, vol.27, febrero de 2000.
- Wainwright, Milton: Early history of microbiolgy, en Advances in Applied Microbiology, vol. 52, 2003.
- Walker, Martin J.: Dirty medicine: Science, big business and the assault on natural health care, Slingshot Publications, Londres, 1993.
- Wasserman, Harvey y otros: Killing our own: The disaster of America's experience with atomic radiation, Delacorte Press, 1982.
- Waterland, R.A. y R.A. Jirtle: Transposable elements: targets for early nutritional effects on epigenetic gene regulation, Molecular ∧ Cell Biology, vol.23, 2003.
- Weinding, Paul: La Fundación Rockefeller y el organismo de salud de la Sociedad de Naciones: Algunas conexiones españolas, Revista Española de Salud Pública, vol.74, 2000.
- Weiner, Douglas R.: Models of nature: ecology, conservation, and cultural revolution in Soviet Russia, University of Pittsburgh Press, 2000.
- Wellensiek, S.J.: Dividing cells as the prerequisite for vernalization, en Plant Physiology, 1963.
- Welsome, Eileen: The plutonium files: America's secret medical experiments in the Cold War, Dial Press, New York, 1999.
- West-Eberhard, Mary Jane: Dancing with DNA and flirting with the ghost of Lamarck, en Biology and Philosophy, vol.22, 2007.
- Wickner, R.B. y otros: Prions in Saccharomyces and Podospora spp.: Protein-Based inheritance, en Microbiology and Molecular Biology Reviews, vol.63, 1999.
- Wickner, R.B. y otros: Prion genetics: New rules for a new kind of gene, en Annual Review of Genetics, vol. 38, 2004.
- Wiltzius, Jed J.W. y otros: Molecular mechanisms for protein-encoded inheritance, en Nature Structural & Molecular Biology, vol.16, 2009.
- Whitelaw, Emma y otros: Epigenetic effects on transgene expression, en Gene knockout protocols, M.J. Tymms e I.Kola (eds.), Methods in Molecular Biology, vol.158, Humana Press, Nueva Jersey, 2001.
- Youngson, Neil A. y Emma Whitelaw: Transgenerational epigenetic effects, en Annual Review of Genomics and Human Genetics, 2008, vol.9.
- Zallen, Doris T.: The Rockfeller Foundation and french research, en Cahiers pour l'histoire du CNRS, vol.5, 1989.
- Zhang, Zhongge y Milton H. Saier Jr.: A mechanism of transposon-mediated directed mutation, en Molecular Microbiology, vol.74, 2009.
- Zyrkle, Comway: The beginnings of plant hibrydization, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 1935.
- Zyrkle, Comway: Early history of the idea of the inheritance of acquired characters and of pangenesis, en Transactions of the American Philosophical Society, vol.35, 1946.

Sumario

«*Multa renascentur, quae iam cedicere, cadentque quae nunc sunt in honore vocabula*»
(Resurgirán muchas palabras perdidas y se olvidarán otras hoy famosas)
Horacio, Ars poetica